



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

ปริญญา

พืชสวน	พืชสวน
สาขา	ภาควิชา
เรื่อง	ผลของธาตุอาหารพืชและความชื้นในดินต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของแตงเทศ 4 พันธุ์
	Effect of Plant Nutrients and Soil Moisture on Growth and Quality of 4 Melon Cultivars (<i>Cucumis melo</i> L.)
นามผู้วิจัย	นายธิตพัฒน์ วีเป็เลียน
ได้พิจารณาเห็นชอบโดย	
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	(อาจารย์ปริยานุช จุลกะ, Ph.D.)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	(อาจารย์พิจิตรา แก้วสอน, Ph.D.)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศวพร ศุภผล, ป.ร.ด.)
หัวหน้าภาควิชา	(รองศาสตราจารย์พูนพิภพ เกษมทรัพย์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของธาตุอาหารพืชและความชื้นในดินต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของแตงเทศ 4 พันธุ์

Effect of Plant Nutrients and Soil Moisture on Growth and Quality of 4 Melon Cultivars
(*Cucumis melo* L.)

โดย

นายธิติพัฒน์ วิเปื่อยน

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ธิติพัฒน์ วีเป็ลี่ยน 2554: ผลของธาตุอาหารพืชและความชื้นในดินต่อการเจริญเติบโต
และคุณภาพของแตงเทศ 4 พันธุ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชสวน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:
อาจารย์ปริยานุช จุลกะ, Ph.D. 95 หน้า

ศึกษาผลของธาตุอาหารพืชและความชื้นในดินต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของแตงเทศ 4 พันธุ์ ณ แปลงเกษตรกร อ.บางไทร จ.พระนครศรีอยุธยา และแปลงทดลองภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารพืชกับการเจริญเติบโตและคุณภาพของแตงเทศ 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ Jin Yuan, Rocky Melon เนื้อส้ม, Rocky Melon เนื้อเขียว และพันธุ์ Honey Ball พบว่า ธาตุอาหารพืชมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพแตกต่างกัน และมีความสัมพันธ์กับลักษณะเฉพาะของแตงเทศแต่ละพันธุ์ ยกเว้นปริมาณแคลเซียมที่มีความสัมพันธ์กับความแน่นเนื้อของผล และปริมาณโพแทสเซียมที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ซึ่งเป็นความสัมพันธ์แบบส่งเสริมกันในแตงเทศทั้ง 4 พันธุ์ และยังพบว่าพันธุ์ Honey Ball เป็นพันธุ์ที่มีการตอบสนองต่อความชื้นของดินมากกว่าพันธุ์อื่น จึงเลือกมาใช้ในการศึกษาผลของความชื้นในดินและปริมาณแคลเซียมต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball พบว่า ระดับความชื้นของดินและปริมาณแคลเซียมมีอิทธิพลต่อคุณภาพของผลผลิต โดยที่ระดับความชื้นของดิน 0 kPa ได้แตงเทศที่มีน้ำหนักผลสูงที่สุด เท่ากับ 1.30 กิโลกรัมต่อผล แต่มีความแน่นเนื้อสูงที่สุดเมื่อปลูกที่ระดับความชื้นของดิน -15 kPa เท่ากับ 50.8 นิวตัน และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงที่สุดเมื่อปลูกที่ระดับความชื้นของดิน -30 kPa เท่ากับ 9.5 องศาบริกซ์ และการปลูกแตงเทศที่ระดับความชื้นของดิน -15 kPa ร่วมกับการให้แคลเซียมความเข้มข้น 10,000 ppm ส่งผลให้แตงเทศมีความแน่นเนื้อสูงที่สุด เท่ากับ 65.8 นิวตัน นอกจากนี้ยังพบว่า ระดับความชื้นของดินสูงส่งผลให้ความแน่นเนื้อลดลง การฉีดพ่นแคลเซียมความเข้มข้นสูงในระยะที่ผลกำลังพัฒนา สามารถทดแทนการสูญเสียความแน่นเนื้อของผล แต่ไม่สามารถทดแทนการสูญเสียปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเนื้อผลได้

ลายมือชื่อผู้ผลิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Thitipat Weeplian 2011: Effect of Plant Nutrients and Soil Moisture on Growth and Quality of 4 Melon Cultivars (*Cucumis melo* L.). Master of Science (Agriculture), Major Field: Horticulture, Department of Horticulture. Thesis Advisor: Miss Pariyanuj Chulaka, Ph.D. 95 pages.

The study on effect of plant nutrients and soil moisture on growth and quality of 4 melon cultivars was carried out at the farmer field in Bangsai, Ayutthaya and experimental field, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok during May 2008 to February 2010. The relationship between plant nutrients and growth and quality of 4 melon cultivars; Jin Yuan, Orange Rocky Melon, Green Rocky Melon and Honey Ball was studied. The results showed each nutrient played an important role in different function on growth and quality, and correlated with specific characteristics of each cultivar. However, the calcium content showed the highly correlation with fruit firmness, and potassium contents showed the highly correlation with total soluble solids. These correlations were positive in 4 cultivars. In addition, 'Honey Ball' was found it was sensitive to soil moisture content, therefore it was chosen for study on effect of soil moisture and calcium concentration on growth and fruit quality. The results showed the soil moisture and calcium concentration did affect on fruit quality. The soil moisture content at 0 kPa showed highest fruit weight (1.30 kg/fruit), but highest fruit firmness was gained from plant grown in -15 kPa of soil moisture content (50.8 N). Fruit from -30 kPa of soil moisture content showed highest total soluble solids (9.5 °Brix). In addition, the soil moisture content at -15 kPa and 10,000 ppm of calcium gave highest fruit firmness (65.8 N). It can conclude that when the soil moisture content increased, fruit firmness decreased. The applying of high calcium concentration at fruit developing stage could improve the fruit firmness, but could not substitute the loss of total soluble solids of the flesh.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ดร.ปริยานุช จุลกะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ดร.พิจิตรา แก้วสอน และ ผศ.ดร.ศวพร ศุภผล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เป็นอย่างยิ่งที่กรุณาให้คำปรึกษาในเรื่องการเรียน การค้นคว้าวิจัย และให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณ รศ.ดร.สุเทวี สุขปรากการ ผู้ทรงคุณวุฒิ และ รศ.ดร.อลิศรา มีนะกะนิษฐ ประธานการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้าย ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนทุนสำหรับการทำวิจัย และขอขอบคุณ คุณสุวิทย์ ไตรโชค หัวหน้ากลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกแตงเทศในระบบ GAP ที่ได้ให้การสนับสนุนเมล็ดพันธุ์ ปัจจัยการผลิต และพื้นที่สำหรับทำการวิจัย รวมทั้งยังได้ถ่ายทอดความรู้ในด้านการผลิตและการดูแลรักษาแตงเทศให้อย่างสม่ำเสมอ

ขอขอบคุณ คุณชัยภัทร คงแก้ว นักวิทยาศาสตร์ประจำภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือในด้านการวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชเป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง

คุณงามความดีหรือประโยชน์อันใดเนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแต่ บิดา มารดา และญาติพี่น้องทุกคน ที่ได้อบรมสั่งสอนและเป็นกำลังใจให้แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด และขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ นิสิตปริญญาโทภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการปฏิบัติงานด้วยดีเสมอระหว่างทำการทดลองจนสำเร็จตามความมุ่งหมาย

ธิดิพัฒน์ วิเปลี่ยน
มีนาคม 2554

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	20
ผลและวิจารณ์	26
สรุปและข้อเสนอแนะ	77
สรุป	77
ข้อเสนอแนะ	78
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	79
ภาคผนวก	87
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	95

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความยาวเถาหลัก ขนาดเถาหลัก ความเขียวของใบ และพื้นที่ใบของแตงเทศ 4 พันธุ์	27
2	น้ำหนักผล ความแน่นเนื้อ ความยาวผล และความกว้างผลของแตงเทศ 4 พันธุ์	30
3	ความหนาเปลือก ความหนาเนื้อ ความกว้างส่วนรก และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของแตงเทศ 4 พันธุ์	31
4	ปริมาณธาตุอาหารในส่วนต้นของแตงเทศ 4 พันธุ์	35
5	ปริมาณธาตุอาหารในส่วนผลของแตงเทศ 4 พันธุ์	36
6	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารในส่วนต้นและการเจริญเติบโตของแตงเทศพันธุ์ Jin Yuan	40
7	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารในส่วนผลและคุณภาพของแตงเทศพันธุ์ Jin Yuan	41
8	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารในส่วนต้นและการเจริญเติบโตของแตงเทศพันธุ์ Rocky Melon เนื้อส้ม	42
9	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารในส่วนผลและคุณภาพของแตงเทศพันธุ์ Rocky Melon เนื้อส้ม	43
10	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารในส่วนต้นและการเจริญเติบโตของแตงเทศพันธุ์ Rocky Melon เนื้อเขียว	44
11	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารในส่วนผลและคุณภาพของแตงเทศพันธุ์ Rocky Melon เนื้อเขียว	45
12	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารในส่วนต้นและการเจริญเติบโตของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball	46
13	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารในส่วนผลและคุณภาพของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball	47
14	สมบัติทางกายภาพของดินที่ใช้ในการทดลอง	49
15	สมบัติทางเคมีของดินก่อนและหลังการทดลอง	50

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
16	ความยาวเถาหลัก ขนาดเถาหลัก ความเขียวของใบ และพื้นที่ใบของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ในระยะที่มีใบจริง 25 ใบ (40 วันหลังเพาะเมล็ด)	53
17	น้ำหนักผล ความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ในระยะเก็บเกี่ยว (60 วันหลังเพาะเมล็ด)	57
18	ปริมาณธาตุอาหารในส่วนต้นของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ที่ระดับความชื้นของดินและปริมาณแคลเซียมต่างกัน	68
19	ปริมาณธาตุอาหารในส่วนผลของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ที่ระดับความชื้นของดินและปริมาณแคลเซียมต่างกัน	69
20	ปฏิกิริยาของดินและปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินก่อนและหลังการทดลอง	74
21	ปริมาณธาตุอาหารในดินก่อนและหลังการทดลอง	75
ตารางผนวกที่		
1	น้ำหนักผลและความแน่นเนื้อของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ที่ระดับความชื้นของดินและปริมาณแคลเซียมต่างกัน	92
2	ปริมาณไนโตรเจน โฟสเฟตเซียม แมกนีเซียม และแมงกานีสในส่วนต้นของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ที่ระดับความชื้นของดินและปริมาณแคลเซียมต่างกัน	93
3	ปริมาณแคลเซียมและทองแดงในส่วนผลของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ที่ระดับความชื้นของดินและปริมาณแคลเซียมต่างกัน	94

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	น้ำหนักผลของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ที่ระดับความชื้นของดินและปริมาณแคลเซียมต่างกัน	58
2	ความแน่นเนื้อของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ที่ระดับความชื้นของดินและปริมาณแคลเซียมต่างกัน	58
3	ปริมาณไนโตรเจนในส่วนต้นของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ที่ระดับความชื้นของดินและปริมาณแคลเซียมต่างกัน	70
4	ปริมาณโพแทสเซียมในส่วนต้นของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ที่ระดับความชื้นของดินและปริมาณแคลเซียมต่างกัน	70
5	ปริมาณแคลเซียมในส่วนผลของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ที่ระดับความชื้นของดินและปริมาณแคลเซียมต่างกัน	71
6	ปริมาณแมกนีเซียมในส่วนต้นของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ที่ระดับความชื้นของดินและปริมาณแคลเซียมต่างกัน	71
7	ปริมาณทองแดงในส่วนผลของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ที่ระดับความชื้นของดินและปริมาณแคลเซียมต่างกัน	72
8	ปริมาณแมงกานีสในส่วนต้นของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ที่ระดับความชื้นของดินและปริมาณแคลเซียมต่างกัน	72
ภาพผนวกที่		
1	ลักษณะผลแตงเทศพันธุ์ Jin Yuan (a), Rocky Melon เนื้อส้ม (b), Rocky Melon เนื้อเขียว (c) และ Honey Ball (d)	88
2	อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส) ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) และความชื้นสัมพัทธ์ (%) ระหว่างวันที่ 3 พฤษภาคม ถึง วันที่ 12 กรกฎาคม พ.ศ. 2551	89
3	อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส) ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) และความชื้นสัมพัทธ์ (%) ระหว่างวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ. 2552 ถึง วันที่ 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553	90

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
4	แผนผังการกำหนดวันปลูกเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิด water-soaking disorder



ผลของธาตุอาหารพืชและความชื้นในดินต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพ ของแตงเทศ 4 พันธุ์

Effect of Plant Nutrients and Soil Moisture on Growth and Quality of 4 Melon Cultivars (*Cucumis melo* L.)

คำนำ

แตงเทศ (*Cucumis melo* L.) เป็นพืชผักที่ใช้ผลสดในการบริโภค เนื่องจากมีรสหวานและกลิ่นหอม โดยผลมีลักษณะทรงกลมหรือกลมยาว ผิวเรียบหรือขรุขระ หรือมีลายนูนแบบร่างแห ผิวสีเหลือง น้ำตาล หรือเขียวปนเหลือง เนื้อมีสีส้ม สีเขียวหรือขาว ส่วนเนื้อผลที่ใช้บริโภคสด 100 กรัม ประกอบด้วย น้ำ 90% โปรตีน 0.9 กรัม ไขมัน 0.3 กรัม คาร์โบไฮเดรต 8.4 กรัม ไฟเบอร์ 0.4 กรัม แคลเซียม 11 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 17 มิลลิกรัม โพแทสเซียม 309 มิลลิกรัม เหล็ก 0.2 มิลลิกรัม โซเดียม 9 มิลลิกรัม วิตามินซี 26 มิลลิกรัม และให้พลังงาน 35 กิโลแคลอรี (Maynard and Hochmuth, 1932; Nayar and More, 1998) เกษตรกรสามารถปลูกเป็นพืชหลักหรือปลูกเสริมรายได้ หากผลผลิตมีคุณภาพดีจะมีราคาสูงมาก พื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่อยู่บริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำตอนกลางของประเทศ ในเขตจังหวัดลพบุรี สิงห์บุรี สระบุรี พระนครศรีอยุธยา และนครราชสีมา โดยใน พ.ศ. 2549 ประเทศไทยมีปริมาณผลผลิตแตงเทศโดยรวมถึง 16,624.45 ตัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2552)

แตงเทศที่ปลูกในประเทศไทย มี 2 สายพันธุ์ คือ *C. melo* var. *reticulatus* Naudin เป็นกลุ่มสายพันธุ์ที่ผลมีลายตาข่าย เรียกว่า muskmelon หรือ netted melon และ *C. melo* var. *inodorus* Naudin เป็นกลุ่มสายพันธุ์ที่ผลมีผิวเรียบ เรียกว่า honeydew (นิพนธ์, 2544) ซึ่งความแตกต่างระหว่างพันธุ์เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้แตงเทศมีความต้องการสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม และปริมาณธาตุอาหารสำหรับการเจริญเติบโตเพื่อให้ผลผลิตในปริมาณที่แตกต่างกัน

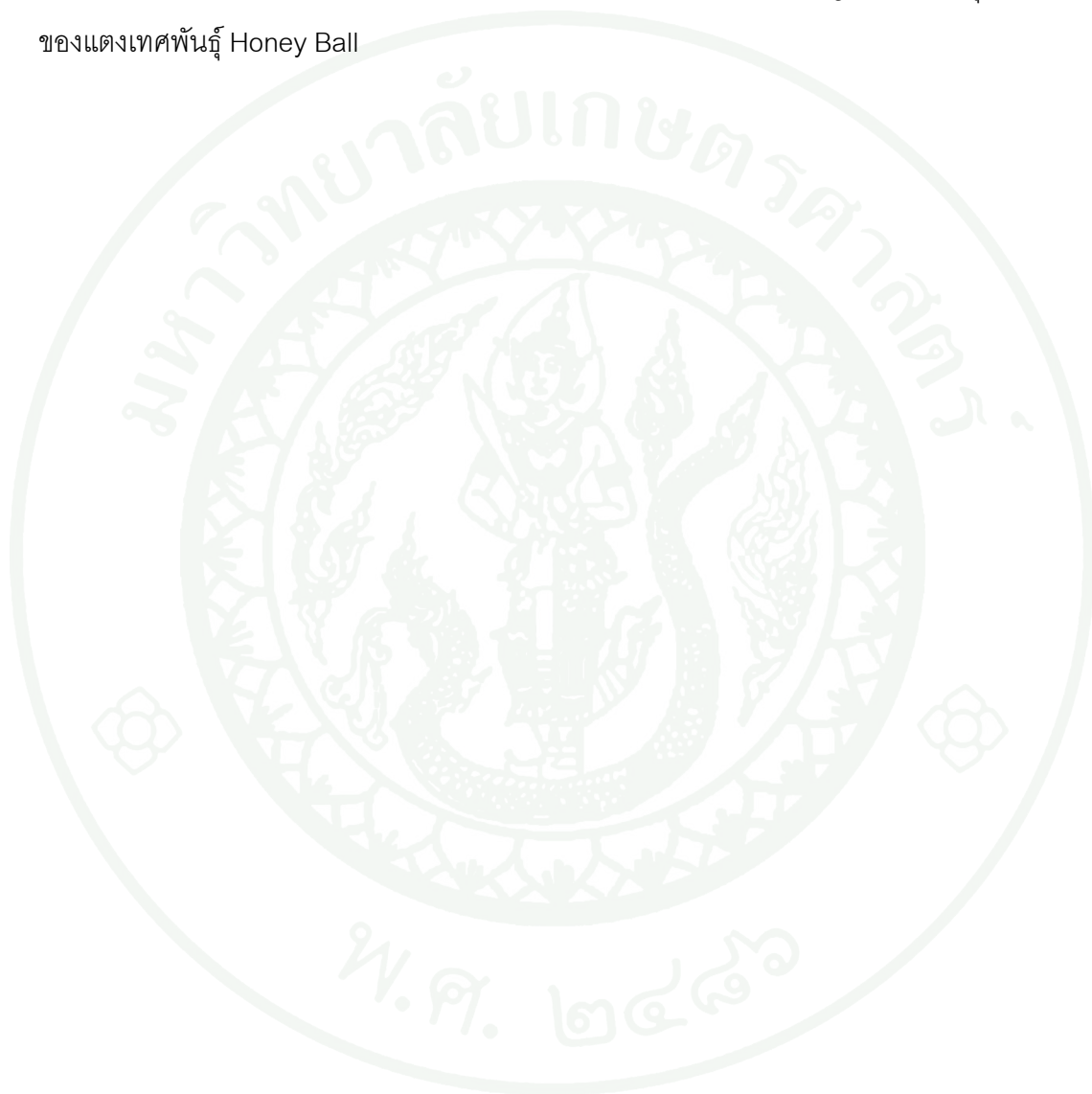
แตงเทศเป็นพืชที่มีความต้องการน้ำและธาตุอาหารในปริมาณสูง จึงจะมีการเจริญเติบโตสมบูรณ์และให้คุณภาพผลผลิตตรงตามความต้องการของตลาด ทั้งในด้านรสชาติและขนาด แต่เกษตรกรโดยทั่วไปยังมีการให้ธาตุอาหารแก่พืชโดยขาดหลักเกณฑ์ อาจทำให้เกิดความเสียหายแก่แตงเทศได้ในภายหลัง เกษตรกรบางรายอาจให้ธาตุอาหารเกินกว่าความต้องการของพืช ซึ่งเป็น

การเพิ่มต้นทุนการผลิตโดยไม่จำเป็น หรืออาจให้ธาตุอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช ทำให้ผลผลิตไม่ได้คุณภาพตามที่ตลาดต้องการ และเกษตรกรผู้ปลูกแตงเทศยังพบปัญหาต่อการปลูกแตงเทศในช่วงฤดูฝน เนื่องจากระดับความชื้นของดินที่เปลี่ยนแปลงมีผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโตและลดประสิทธิภาพในการดูดใช้ธาตุอาหารจากดิน ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตและคุณภาพของแตงเทศต่ำลง โดยลักษณะของอาการผิดปกติที่พบ คือ เนื้อผลจะฉ่ำน้ำ เปลี่ยนเป็นสีดำและสะท้อนเมื่อโดนแสง ทำให้ผลสุกก่อนกำหนด เกิดอาการไส้ลึ้ม หากเกิดอาการเป็นระยะเวลานานจะทำให้เกิดแอลกอฮอล์ขึ้นภายในเนื้อผล ทำให้ความแน่นเนื้อ และความหวานลดลง (Odet and Dumoulin, 1993) อาการผิดปกตินี้เรียกว่า water-soaking disorder ซึ่งความผิดปกติจะพบได้ในส่วนเนื้อผลและไม่สามารถตรวจสอบได้จากลักษณะภายนอก (Madrid *et al.*, 2004) โดยอาการนี้จะเกิดกับส่วนผลที่ไม่ได้รับแคลเซียมอย่างเพียงพอ ในระยะแรกของการพัฒนา (Bernadac *et al.*, 1996) และความเข้มข้นของแคลเซียมในระดับที่ต่ำกว่าปกติจะมีผลให้ผนังเซลล์รวมทั้งเนื้อเยื่อส่วนเปลือกและเนื้อผลเสื่อมสภาพ ซึ่งจะพบในบริเวณที่เกิดอาการฉ่ำน้ำ (Carpita and Gibeaut, 1993)

จากปัญหาที่เกิดขึ้น จึงได้ศึกษาถึงความต้องการธาตุอาหารและความสัมพันธ์ของธาตุอาหารต่อคุณภาพของแตงเทศพันธุ์การค้า 4 พันธุ์ คือ Jin Yuan, Rocky Melon เนื้อลึ้ม, Rocky Melon เนื้อเขียว และ Honey Ball เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดปริมาณธาตุอาหารที่ต้องใช้ในการผลิตแตงเทศ ให้มีคุณภาพตรงตามลักษณะประจำพันธุ์และความต้องการของตลาด และในแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ซึ่งไม่ทนทานต่อระดับความชื้นของดินสูง และมีแนวโน้มที่จะเกิดอาการผิดปกติของผล ทำให้เกิดความเสียหายทั้งในด้านการเจริญเติบโตและคุณภาพ จึงได้นำมาศึกษาถึงผลของธาตุอาหารและความชื้นในดินต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาปรับใช้ในการป้องกันหรือลดปริมาณการแสดงอาการผิดปกติ ที่อาจทำให้เกิดความเสียหายทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพของการผลิตแตงเทศเป็นการค้าต่อไป

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารพืชและคุณภาพของแตงเทศ 4 พันธุ์
2. ศึกษาผลของความชื้นในดินและปริมาณแคลเซียมต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball



การตรวจเอกสาร

แตงเทศ (melon) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cucumis melo* L. อยู่ในวงศ์ Cucurbitaceae เช่นเดียวกับ แตงกวาและแตงโม มีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตร้อนและตอนใต้ของทวีปแอฟริกา มีจำนวนโครโมโซม $2n=24$ (Nayar and More, 1998)

1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

รากเป็นระบบรากแก้ว อาจเจริญในแนวตั้งลึก 1 เมตร รากแขนงเจริญในแนวนอน อยู่อย่างหนาแน่นในระดับ 30 เซนติเมตรจากผิวดิน ปกติรากจะยาวมากกว่าเถา รากแขนงบางส่วนอาจเจริญในแนวตั้ง ซึ่งจะช่วยทดแทนรากแก้วเมื่อพืชเริ่มแก่ ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมรากพิเศษจะเจริญจากส่วนข้อที่สัมผัสดินที่มีความชื้นสูง (นิพนธ์, 2544)

ลำต้นเป็นไม้เนื้ออ่อน มีขนอ่อนที่ผิวของลำต้น ผิวเรียบหรือเป็นเหลี่ยม เถายาวประมาณ 3 เมตร แตกแขนงตามมุมระหว่างก้านใบและลำต้น ส่วนข้อมีมือเกาะ (tendrils) ใบเป็นแบบใบเดี่ยว อยู่สลับกัน ใบหยักแบบใบปาล์มยาว 6-20 เซนติเมตร โดยทั่วไปมี 5 หยัก แต่ในบางพันธุ์อาจมีหยักตื้น ๆ 3-7 หยัก ใบมีขน ผิวใบหยาบ กว้าง 7-30 เซนติเมตร (นิพนธ์, 2544)

ดอกอาจเป็นดอกสมบูรณ์ (complete flower) เส้นผ่านศูนย์กลางดอก 1.5-2.0 เซนติเมตร ประกอบด้วยกลีบเลี้ยง 5 กลีบ และกลีบดอกสีเหลือง 5 กลีบ ดอกเพศเมียส่วนใหญ่เจริญในข้อแรกของกิ่งแขนง สายพันธุ์ที่มีผลทรงกลมยาว ส่วนใหญ่มีดอกเพศเมียและดอกเพศผู้แยกกันแต่อยู่บนต้นเดียวกัน (monoecious) สายพันธุ์ที่มีผลทรงกลม ส่วนใหญ่จะมีดอกเพศผู้และดอกสมบูรณ์เพศแยกกันแต่อยู่บนต้นเดียวกัน (andromonoecious) ดอกจะบานตอนเช้าและหุบตอนบ่าย (นิพนธ์, 2544)

ผลมีลักษณะทรงกลมหรือกลมยาว (รูปไข่) ผิวเรียบ หรือมีรอยแตกขรุขระ หรือมีลายนูนแบบร่างแห บางพันธุ์อาจมีร่องตามความยาวของผล ผิวสีเหลือง น้ำตาลหรือเขียวปนเหลือง เนื้อจะมีสีส้ม สีเขียวหรือขาว (นิพนธ์, 2544)

2. การจัดจำแนก

สามารถจัดจำแนกแตงเทศที่บริโภคได้ออกเป็น 7 กลุ่ม ซึ่งจำแนกโดยอาศัยลักษณะและการใช้ประโยชน์ของผล (Whitaker and Davis, 1962) ได้แก่

2.1 *C. melo* var. *cantaloupensis* เรียกว่า cantaloupe ผลมีขนาดปานกลาง ผิวแห้งขรุขระ มีพูลึกชัดเจน ผิวมีลายแตก เนื้อสีส้มหรือเขียว

2.2 *C. melo* var. *reticulatus* Naudin เรียกว่า muskmelon, aromatic melon, persian melon หรือ netted melon ผลมีขนาดเล็ก ผิวขรุขระมีลายนูนขึ้นมาแบบตาข่าย แต่จะนูนขึ้นมาเพียงเล็กน้อย ผิวมีสีเขียวหรือเขียวปนเหลือง

2.3 *C. melo* var. *inodorus* Naudin เรียกว่า white skinned melon, casaba melon, crenchaws หรือ honeydew ผิวเรียบ อายุการเก็บเกี่ยวช้า สามารถเก็บรักษาได้นาน 1 เดือน หรือนานกว่า ทนทานต่อการขนส่ง

2.4 *C. melo* var. *flexuosus* Naudin เรียกว่า snake melon ผลมีขนาดเล็กเรียบขาว เส้นผ่านศูนย์กลาง 1-2 นิ้ว ผลอาจจะตรงหรือโค้งยาว สามารถเก็บผลอ่อนเพื่อใช้แทนแตงกวาหรือใช้ดอง

2.5 *C. melo* var. *conomon* (Thunb.) Makino เรียกว่า pickling melon ผลมีขนาดเล็กค่อนข้างยาว ผิวเรียบ มีหลายสี ผลนิ่ม เนื้อสีขาวหรือสีน้ำตาลปนขาวเมื่อสุก เกาขนาดใหญ่ ใบสีเขียวเข้ม

2.6 *C. melo* var. *chito* Naudin เรียกว่า mango melon ผลมีขนาดเล็ก ผิวเรียบ มีหลายสี เนื้อมีรสเปรี้ยว ส่วนมากจะใช้สำหรับประดับ บางแห่งใช้ดอง

2.7 *C. melo* var. *dudaim* Naudin เรียกว่า pomegranate melon ลักษณะผลกลมหรือรูปไข่ขนาดเล็กเท่าผลส้ม เส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว อายุเก็บเกี่ยวสั้น กลิ่นคล้ายโคลน เกามีขนาดเล็ก ปลูกมากใน Louisiana และ Texas

แตงเทศที่ปลูกอย่างแพร่หลายในประเทศไทย ส่วนใหญ่เป็นสายพันธุ์ reticulatus หรือ netted melon และสายพันธุ์ inodorus หรือ honeydew (ธรรมศักดิ์, 2549) โดยพันธุ์แตงเทศที่ตลาดต้องการ และนำมาศึกษามี 4 พันธุ์ ได้แก่

1. พันธุ์ Jin Yuan ลักษณะผลภายนอกสีเขียว ผิวมีลายนูนขรุขระแบบร่างแหตลอดทั้งผล เนื้อผลมีสีเขียว อ่อนนุ่ม รสชาติหวานจัดและมีกลิ่นหอม

2. พันธุ์ Rocky Melon เนื้อส้ม ลักษณะผลภายนอกสีเขียว ผิวมีลายนูนขรุขระแบบร่างแห เนื้อผลมีสีส้ม อ่อนนุ่ม รสชาติหวานจัดและมีกลิ่นหอม

3. พันธุ์ Rocky Melon เนื้อเขียว ลักษณะผลกลมยาว ภายนอกสีเขียวเข้ม ผิวมีลายนูนแบบร่างแห เนื้อผลมีสีเขียว มีความกรอบ รสชาติหวานและมีกลิ่นเล็กน้อย

4. พันธุ์ Honey Ball ลักษณะผลภายนอกสีขาวครีม ผิวเรียบ เนื้อผลมีสีเขียว ค่อนข้างกรอบ รสชาติหวานและมีกลิ่นหอมเล็กน้อย

3. สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต

แตงเทศเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่มีอากาศอบอุ่น มีแสงเพียงพอ และมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำติดต่อกัน การปลูกในสภาพที่มีแสงไม่เพียงพอ มีเมฆปกคลุม หรือมีฝนตกติดต่อกันหลาย ๆ วัน มีผลต่อการเจริญของดอกและการติดผล ในกรณีที่ละอองเกสรถูกน้ำภายใน 30 นาทีหลังจากตกลงบนยอดเกสรตัวเมีย จะทำให้ละอองเกสรแตก ไม่สามารถเกิดการผสมเกสรได้ และยังทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับโรคทางใบ เช่น โรคราน้ำค้าง ส่วนอุณหภูมิต่ำมีผลให้พืชชะงักการเจริญเติบโต และอุณหภูมิสูงมีผลให้ดอกเพศเมียไม่เจริญ หรือมีปัญหาในการผสมเกสรโดยแมลง (นิพนธ์, 2544) อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตคือ 15.6-18.3 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดสำหรับการเจริญเติบโตคือ 15.6 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดคือ 32.2 องศาเซลเซียส หากพืชได้รับอุณหภูมิสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส พืชจะแสดงอาการเหี่ยวและผลตายหนึ่ง (sunburn) ผลที่พัฒนาในสภาพที่มีความชื้นแสงต่ำหรือมีความชื้นสัมพัทธ์สูง ผลจะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำ (Whitaker and Davis, 1962)

4. การปลูกและการเก็บเกี่ยว

การปลูกแตงเทศมี 2 แบบ คือ การปลูกแบบเลื้อย และการปลูกแบบขึ้นค้าง ซึ่งอาจจะเป็นการปลูกแบบแถวเดี่ยวหรือแถวคู่ ขึ้นอยู่กับพันธุ์และความอุดมสมบูรณ์ของดิน ซึ่งวิธีการทั้ง 2 แบบ นิยมเพาะเมล็ดแล้วย้ายกล้า พันธุ์ที่มีลำต้นและใบขนาดใหญ่ หรือดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำควรปลูกระยะห่าง การปลูกแบบขึ้นค้างจะใช้ระยะปลูก 0.30 x 1.20 เมตร ในประเทศไต้หวันใช้ระยะปลูก 0.30 x 2.00 เมตร และประเทศญี่ปุ่นใช้ระยะปลูก 0.50 x 1.80 เมตร (นิพนธ์, 2544) โดยระยะปลูกมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต Dean *et al.* (2006) รายงานว่าการปลูกแตงเทศโดยใช้ระยะห่างระหว่างต้น 1.2 เมตรขึ้นไป จะส่งผลให้น้ำหนักต่อผลเพิ่มขึ้น แต่จำนวนผลผลิตจะลดลง ส่วนการปลูกโดยมีระยะห่างระหว่างต้น 1.5 เมตร จะส่งผลให้ความยาวและขนาดของเถา จำนวนใบ และจำนวนเถาแขนงสูงกว่าการปลูกโดยมีระยะห่างระหว่างต้นที่น้อยกว่า

การปลูกควรเลือกต้นกล้าที่มีขนาดสม่ำเสมอ เพื่อความสะดวกในการดูแล โดยเฉพาะในเรื่องการให้น้ำ ซึ่งแต่ละระยะการเจริญและพัฒนาของพืชจะมีความต้องการน้ำแตกต่างกัน และยังสะดวกต่อการทำค้างเพื่อรองรับผล โดยทั่วไปจะเลือกไว้ผลในข้อที่ 9-12 เพราะการติดผลในข้อที่ต่ำเกินไป จะทำให้มีใบสำหรับสร้างอาหารน้อย ผลที่ได้จะมีขนาดเล็กและคุณภาพผลผลิตต่ำ ส่วนการติดผลในข้อที่สูงเกินไป มีจำนวนใบสร้างอาหารมาก ผลจะมีขนาดใหญ่เกินความต้องการของตลาด (นิพนธ์, 2544) อย่างไรก็ตาม ตำแหน่งในการไว้ผลจะแตกต่างกันไปตามพันธุ์ De Queiroga *et al.* (2008) ศึกษาตำแหน่งของการไว้ผลของแตงเทศพันธุ์ Torrea ที่ปลูกในโรงเรือน และไว้ผลที่ข้อที่ 5, 8, 15 และ 18 พบว่า ผลผลิตที่ได้จากข้อที่ 15 และ 18 จะมีน้ำหนักต่อผลมากกว่า แต่ทำให้มีปริมาณกรดภายในเนื้อผลและการพัฒนาของลายบนผิวที่ผิวน้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตที่ได้จากข้อที่ 5 และ 8 และได้ทำการเปรียบเทียบคุณภาพผลผลิตจากต้นที่ไว้ผล 1 และ 2 ผล พบว่าต้นแตงเทศที่มี 1 ผล จะมีน้ำหนักต่อผลและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่าต้นที่มี 2 ผล

ระยะเก็บเกี่ยวแตงเทศที่เหมาะสม คือ ระยะก่อนที่ผลจะสุกเต็มที่หรือเก็บเมื่อมีความแก่ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งนอกจากวิธีการนับจำนวนวันแล้ว ยังสามารถดูจากลักษณะภายนอกได้ด้วย ผลแตงเทศที่เริ่มแก่พร้อมเก็บเกี่ยวจะมีกลิ่นหอม (ในพันธุ์ที่มีกลิ่นหอม) และมีรอยแยกบริเวณข้อผลเกิดขึ้น ซึ่งเป็นระยะที่ผลกำลังจะหลุดร่วงจากต้น จึงควรเก็บเกี่ยวในระยะที่เกิดรอยแยกประมาณครึ่งหนึ่งของข้อรอบผล ผลแตงเทศที่เก็บเกี่ยวในระยะนี้ยังมีความแข็ง ไม่อ่อนนุ่มเกินไป เพื่อความเหมาะสมต่อการขนส่งและมีระยะเวลาในการวางจำหน่ายมากขึ้น อย่างไรก็ตาม การเก็บ

รักษาผลแดงเทศในหีบเย็นหรือตู้เย็น สามารถยืดอายุการเก็บรักษาออกไปได้ประมาณ 1 สัปดาห์ (คำนิ่ง, 2531)

दन्य (2548) กล่าวถึงการวัดและการประเมินคุณภาพผลผลิต โดยพิจารณาจากลักษณะดังต่อไปนี้

1. ลักษณะที่ปรากฏ (appearance quality) ได้แก่ ขนาดของผล (น้ำหนักผล, เส้นผ่านศูนย์กลางตามแนวยาวและแนวขวาง) และรูปร่างของผล (อัตราส่วนระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางต่อความลึก)

2. คุณภาพของลักษณะเนื้อ (textural quality) ได้แก่ ความแน่นเนื้อและความอ่อนนุ่ม ซึ่งเป็นการวัดลักษณะความแข็งหรืออ่อนนุ่มของเนื้อผลโดยตรง (เช่นเดียวกับการกัดและเคี้ยวของผู้บริโภค) โดยใช้เครื่องมือที่มีหัวกดลักษณะต่าง ๆ กดลงบนผิวของผลที่เฉือนเปลือกออกแล้ว จนทะลุเข้าไปในส่วนเนื้อแล้วอ่านค่าแรงที่ใช้ในการกดทะลุ เรียกเครื่องมือนี้ว่า penetrometer หรือ firmness tester (จริงแท้, 2550)

3. คุณภาพของรสชาติ (flavour quality) ได้แก่ ความหวาน (sweetness) ซึ่งเกิดจากน้ำตาลในผลผลิต โดยส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลซูโครส ฟรุคโตส และกลูโคส จากความสามารถในการละลายน้ำของน้ำตาลเหล่านี้ ทำให้สามารถวัดปริมาณน้ำตาลได้โดยการวัดความสัมพันธ์ระหว่างการหักเหของแสงผ่านสารละลายกับความเข้มข้นของน้ำตาลในน้ำคั้นของเนื้อผล โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า refractometer อย่างไรก็ตาม สารอื่น ๆ นอกจากน้ำตาลซึ่งละลายน้ำได้ เช่น กรดอินทรีย์ในผลก็มีผลต่อการหักเหของแสงเช่นกัน ดังนั้นค่าที่อ่านได้จึงเป็นค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (soluble solids content) ไม่ใช่ค่าความหวานหรือปริมาณน้ำตาลเพียงอย่างเดียว

โดยทั่วไปตลาดในประเทศไทยต้องการแดงเทศที่มีเนื้อสัมผัสค่อนข้างแข็งหรือกรอบ ส่วนตลาดต่างประเทศต้องการความอ่อนนุ่ม และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 12-14 องศาบริกซ์ หรือสูงกว่า (คำนิ่ง, 2531; นิพนธ์, 2544; จริงแท้, 2550)

5. ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิต

5.1 แสง

แสงเป็นปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช เนื้อเยื่อพืชที่มีคลอโรฟิลล์เป็นองค์ประกอบจะมีคุณสมบัติในการดูดซับพลังงานแสง โดยพืชใช้พลังงานแสงในการออกซิไดซ์น้ำและปลดปล่อยโมเลกุลออกซิเจน ส่วนคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากกระบวนการนี้จะถูกรีดิวส์ไปเป็นสารอินทรีย์โดยเฉพาะน้ำตาล (พูนพิภพ, 2549)

ความเข้มแสง (light intensity) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและประสิทธิภาพในการทำงานของคลอโรฟิลล์ จึงมีผลโดยตรงต่อการสังเคราะห์แสงของพืช เมื่อพืชได้รับความเข้มแสงไม่เพียงพอ พืชจะมีการเจริญเติบโตลดลง ให้ผลผลิตหรือคุณภาพผลผลิตต่ำ Aikawa *et al.* (2006) พบว่าการพรางแสง 80% ในระยะพัฒนาการของผลแตงเทศพันธุ์ Andesu netted melon ชักนำให้ผนังเซลล์แตก โดยเกิดในระยะที่ผลเริ่มสุกจนถึงระยะผลสุกเต็มที่ ปริมาณแอลกอฮอล์ในส่วนที่ไม่ละลายน้ำและปริมาณน้ำตาลในเนื้อผลลดลง ส่งผลให้ความแน่นเนื้อต่ำ และยังเป็นการชักนำให้เกิดอาการ water-soaking disorder ในระยะผลสุก

คุณภาพแสง (light quality) หมายถึงความยาวของคลื่นแสง ซึ่งในแต่ละช่วงความยาวคลื่นจะให้แสงสีที่แตกต่างกัน แสงที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ในกระบวนการสังเคราะห์แสงได้อยู่ในช่วงความยาวคลื่น 400-700 นาโนเมตร โดยคลอโรฟิลล์จะดูดแสงได้มากในช่วงแสงสีแดงและสีน้ำเงิน ซึ่ง Wang *et al.* (2007) ทำการศึกษาการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตของแตงกวาที่ได้รับคุณภาพแสงต่างกัน พบว่าแตงกวาที่เจริญเติบโตภายใต้ช่วงแสงสีแดง จะมีการเจริญเติบโตและให้ปริมาณผลผลิตสูงกว่าช่วงแสงสีน้ำเงินและแสง UV แต่ช่วงแสงสีแดงส่งผลให้อัตรารากออกของเมล็ดต่ำลง

5.2 อุณหภูมิ

อุณหภูมิของดินและอุณหภูมิของอากาศ เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยมีความเกี่ยวข้องตั้งแต่การงอกของเมล็ด การสังเคราะห์แสง การหายใจ การสร้างส่วนขยายพันธุ์หรือการให้ผลผลิต เนื่องจากอุณหภูมิมิมีบทบาทที่สำคัญต่อกระบวนการทางชีวเคมีและ

การทำงานของเอนไซม์ ซึ่งส่งผลต่อการเจริญและพัฒนาของพืช ในสภาพที่มีอุณหภูมิอากาศสูงจะส่งผลให้พืชมีอัตราการคายน้ำสูงขึ้น จำเป็นต้องมีการให้น้ำอย่างพอเพียง

อุณหภูมิของดินมีบทบาทต่อการกำหนดทิศทาง และอัตราการเกิดกระบวนการทางกายภาพ เคมี และชีวภาพในดิน เช่น การเปลี่ยนแปลงรูปของธาตุอาหาร กิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน และการแลกเปลี่ยนก๊าซ ซึ่งกระบวนการที่เกิดขึ้นต่างก็มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่ง Dunlap (1986) ทดลองปลูกแตงเทศผิวเรียบ 3 พันธุ์ ในดินที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน คือ 21, 27 และ 32 องศาเซลเซียส พบว่า การปลูกแตงเทศในดินที่มีอุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส มีผลให้ช่วงข้อยาวใบมีขนาดใหญ่ และมีน้ำหนักแห้งสูงกว่าต้นแตงเทศที่ปลูกในดินที่มีอุณหภูมิ 21 และ 27 องศาเซลเซียส นอกจากนี้อุณหภูมิยังมีผลต่อการเก็บรักษาผลผลิต โดยผลที่มีอุณหภูมิสูงหลังจากการเก็บเกี่ยว จะมีอัตราการหายใจสูงทำให้ปริมาณน้ำตาลลดลง ทำให้ผลสุกเร็วและมีอายุการเก็บรักษาสั้น

Cohen and Hicks (1986) ศึกษาการเก็บรักษาแตงเทศสายพันธุ์ reticulatus หรือ netted melon โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 12.5 และ 20 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 และ 5 วัน พบว่าในระหว่างการเก็บรักษา ปริมาณกลูโคสและฟรักโตสจะลดลงตามระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษา แต่น้ำหนักแห้งและปริมาณซูโครสจะไม่เปลี่ยนแปลง การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 12.5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วัน จะไม่มีความแตกต่างในด้านคุณภาพของเนื้อผล กลิ่น และความหวาน เมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตที่เก็บเกี่ยวใหม่

5.3 ความชื้น

ในสภาพที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำจะทำให้พืชมีอัตราการคายน้ำสูงขึ้น จึงจำเป็นต้องมีการให้น้ำอย่างสม่ำเสมอและพอเพียง ส่วนสภาพความชื้นสัมพัทธ์สูงจะส่งผลให้พืชมีอัตราการคายน้ำต่ำ พืชจะมีการดูดใช้ธาตุอาหารต่ำเช่นกัน โดยเฉพาะธาตุที่สามารถเคลื่อนย้ายผ่านท่อลำเลียงน้ำ (xylem) เช่น แคลเซียม ซึ่งจำเป็นสำหรับการเจริญของใบอ่อนและผล เป็นต้น

ในสภาพที่ดินมีระดับความชื้นเหมาะสม พืชจะมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูง เนื่องจากพืชจะมีประสิทธิภาพในการใช้น้ำสูงกว่าในสภาพที่มีระดับความชื้นของดินสูง

Suojala-Ahlfors and Salo (2005) ศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของแตงกวา สำหรับดองในประเทศฟินแลนด์ ที่ปลูกในระดับความชื้นของดินต่าง ๆ กัน โดยใช้ tensiometer วัด ในรูปของแรงดึงความชื้น พบว่า ที่ระดับความชื้น -15 kPa ถึง -30 kPa แตงกวาจะมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงกว่าที่ระดับความชื้น -60 kPa ทั้งนี้ ระดับความชื้นของดินที่แตกต่าง กัน ไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลผลิต

5.4 ธาตุอาหารพืช

พืชได้รับสารอาหารหลายชนิดจากดินซึ่งมีลักษณะเฉพาะ คือ เป็นสารอนินทรีย์ที่มี ธาตุเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ เกิดจากการสลายตัวของแร่และอินทรีย์วัตถุในดิน ธาตุอาหารเหล่านี้ เข้าสู่พืชทางส่วนรากและลำเลียงไปยังส่วนต่าง ๆ เพื่อใช้ในกระบวนการทางชีววิทยา (ยางยุทธ, 2552ข) พืชต้องการธาตุอาหารต่าง ๆ ในสัดส่วนที่สมดุลกัน ธาตุอาหารที่มากเกินไปจะส่งผลให้ แดงเทศชะงักการเจริญเติบโตหรือเจริญเติบโตผิดปกติ ธาตุนั้นอาจเป็นพืชต่อแดงเทศได้ หากได้รับ ธาตุอาหารไม่เพียงพอหรือขาดแคลนจะทำให้ผลผลิตลดลงอย่างมาก (นิพนธ์, 2544)

มหธาตุ (macronutrient elements) เป็นธาตุที่พืชต้องการในปริมาณมาก ความเข้มข้นของธาตุในกลุ่มนี้โดยน้ำหนักแห้งเมื่อพืชเจริญเต็มวัยสูงกว่า 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แบ่ง ได้เป็น 2 กลุ่มย่อย คือ ธาตุอาหารหลัก (primary nutrient elements) ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เนื่องจากธาตุกลุ่มนี้เกิดการขาดแคลนในดินทั่วไปที่มีการปลูกพืช การใช้ปุ๋ยส่วน ใหญ่จึงเน้นที่ธาตุดังกล่าว และกลุ่มของธาตุอาหารรอง (secondary nutrient elements) ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน ซึ่งไม่ขาดแคลนในดินทั่วไปเหมือนธาตุในกลุ่มแรก (ยางยุทธ, 2552ข)

ไนโตรเจน (Nitrogen: N) มีผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี ส่งผลถึง การเพิ่มปริมาณโปรตีน การเจริญของใบ ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf area index) และการสังเคราะห์แสงสุทธิ

Kotsiras *et al.* (2002) พบว่า พืชวงศ์แตงที่มีการเจริญเติบโตเต็มที่ที่จะแสดงความ ทนทานต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียม (NH_4^+) ซึ่งส่งผลให้เกิดภาวะพร่อง คลอโรฟิลล์ (chlorosis) เมื่อมีความเข้มข้นของแอมโมเนียมในเนื้อเยื่อ 10-15% ของปริมาณ

ไนโตรเจนที่สะสมได้ทั้งหมด และอาจแปรเปลี่ยนได้ตามระยะการเจริญเติบโต ในขณะที่พืชวงศ์แตงที่ยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่ จะมีการตอบสนองต่อความเข้มข้นของแอมโมเนียมสูงกว่า ทำให้ส่วนลำต้นมีขนาดเล็ก สั้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งต่ำ ส่วนแตงเทศที่ได้รับไนโตรเจนมากเกินไป จะทำให้ลำต้นมีขนาดใหญ่ ใบหนาสีเขียวเข้ม ช่่วงข้อและเถาแขนงสั้น (นิพนธ์, 2544)

ฟอสฟอรัส (Phosphorus: P) มีอยู่ในเนื้อเยื่อพืช 0.3-0.5% โดยน้ำหนักแห้ง เพื่อให้การเจริญเติบโตทางลำต้นเป็นไปตามปกติ หากได้รับสูงกว่า 1% พืชจะแสดงอาการเป็นพิษ พืชที่ขาดฟอสฟอรัสมีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ 2 ประการ คือ ใบขยายขนาดช้า เพราะเซลล์ชั้นผิวไม่ค่อยขยายตัว เนื่องจากเซลล์ชั้นผิวมีฟอสฟอรัสต่ำ และมีจำนวนใบน้อย (วิจิตร, 2552)

โพแทสเซียม (Potassium: K) มีความเกี่ยวข้องกับกลไกการควบคุมการเปิดและปิดของปากใบ ซึ่งความเข้มข้นของสารละลายภายในเซลล์กำหนดความต่งของเซลล์คุม เมื่อปริมาณโพแทสเซียมไอออนเพิ่มขึ้น น้ำจากเซลล์ข้างเคียงจึงแพร่เข้าสู่เซลล์คุม ทำให้เซลล์ต่งมากขึ้นและปากใบเปิด (ยงยุทธ, 2552ข) ปริมาณโพแทสเซียมที่สะสมในเนื้อเยื่อมีความเกี่ยวข้องกับคุณภาพผลผลิตแตงเทศ คือ การเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำตาล (total sugar) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids) กรดกลูตามิก (glutamic acid) กรดแอสปาทิก (aspartic acid) อะลานีน (alanine) และสารประกอบโวลาทิลแอคเตต (volatile actate components) ในส่วนเนื้อผล ทำให้มีรสชาติดีและมีกลิ่นหอมเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความเกี่ยวข้องกับการเพิ่มขนาดของผลแตงเทศ (Lin et al., 2004)

แคลเซียม (Calcium: Ca) มีปริมาณแตกต่างกันตามสภาพการปลูก พันธุ์พืช และส่วนของพืช ซึ่งอยู่ในช่วง 0.1 ถึงมากกว่า 5% โดยน้ำหนักแห้ง ในผลที่มีเนื้อมาก (fleshy fruits) เช่น แตงเทศ หากมีแคลเซียมน้อยเกินไปจะทำให้ผลเข้าสู่สภาพเสื่อมตามอายุ (senescence) อย่างรวดเร็วและเชื้อราเข้าทำลายได้ง่าย (ยงยุทธ, 2552ข) แคลเซียมในส่วนผลหรือหัวนั้น พืชต้องควบคุมให้อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ เพื่อให้เซลล์ในอวัยวะดังกล่าวขยายขนาดได้อย่างรวดเร็ว แต่ในพืชที่มีการคายน้ำน้อย หากมีอัตราการเจริญเติบโตสูงมักมีความเสี่ยงต่อการขาดแคลเซียมหรือมีธาตุนี้ไม่เพียงพอสำหรับคงสภาพที่ดีของเนื้อเยื่อไว้ได้ (Adams and Ho, 1995) แคลเซียมมีความเกี่ยวข้องกับการแบ่งเซลล์ การขยายขนาดของเซลล์ และการเจริญของผล รวมไปถึงการรักษาคุณภาพผลผลิตในระหว่างการเก็บรักษา ปริมาณวิตามินซี และความแน่นเนื้อของผลแตงเทศ (Bernadac et al., 1996)

แมกนีเซียม (Magnesium: Mg) ในส่วนลำต้น กิ่ง ใบ อยู่ในช่วง 0.15-0.35% โดยน้ำหนักแห้ง มีบทบาทที่สำคัญอย่างยิ่งในพืชสีเขียว เนื่องจากเป็นองค์ประกอบหลักของโมเลกุลคลอโรฟิลล์ สัดส่วนของธาตุนี้ในคลอโรฟิลล์ขึ้นอยู่กับปริมาณที่พืชได้รับ เมื่อพืชขาดธาตุนี้จะปรากฏอาการใบเหลืองซีด และมีการสังเคราะห์โปรตีนต่ำลง แต่จะเกิดการสะสมไนโตรเจนรูปที่ไม่ใช่โปรตีนในใบมากขึ้น อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง และอัตราการหายใจต่ำกว่าปกติ (วิจิตร, 2552)

กำมะถัน (Sulfur: S) พืชดูดใช้จากดินในรูปอนุโมลซัลเฟต มีอยู่ในพืชประมาณ 0.1-0.5% โดยน้ำหนักแห้ง เป็นธาตุที่จำเป็นต่อกระบวนการสังเคราะห์กรดอะมิโน (cysteine และ methionine) และโปรตีน มีบทบาทสำคัญต่อการสังเคราะห์แสงและความทนทานต่ออุณหภูมิต่ำของพืช รวมถึงกระบวนการไนเตรต-รีดักเตส ที่ $\text{NO}_3\text{-N}$ ถูกเปลี่ยนเป็นกรดอะมิโน ตลอดจนมีบทบาทสำคัญในการสร้างกลิ่นหอมในผลผลิต (วิจิตร, 2552)

จุลธาตุ (micronutrient elements) เป็นธาตุที่พืชต้องการในปริมาณน้อย แต่จะขาดไม่ได้ ความเข้มข้นของธาตุกลุ่มนี้โดยน้ำหนักแห้งเมื่อพืชเจริญเต็มวัย จะมีปริมาณต่ำกว่า 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้แก่ โบรอน คลอรีน ทองแดง เหล็ก แมงกานีส โมลิบดีนัม สังกะสี และ นิกเกิล (ยงยุทธ, 2552ข)

เหล็ก (Iron: Fe) เป็นธาตุที่จำเป็นต่อการสร้างคลอโรฟิลล์ เมื่อพืชขาดธาตุเหล็กส่งผลให้ใบพืชเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือขาวซีด เนื่องจากเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์หลายชนิดที่เกี่ยวข้องกับการขนถ่ายพลังงานรีดักชัน การตรึงไนโตรเจน และการสร้างลิคินิน ตลอดจนมีบทบาทต่อกระบวนการหายใจ ในพืชที่ขาดเหล็ก ใบอ่อนจะมีขนาดเล็กและมีสีเขียวซีดหรือสีเหลือง ซึ่งเกิดที่ใบอ่อนมากกว่าใบแก่ เพราะธาตุเหล็กไม่เคลื่อนที่ในพืช (Troeh and Thompson, 2005)

สังกะสี (Zinc: Zn) เป็นธาตุที่จำเป็นของระบบเอนไซม์ต่าง ๆ สำหรับการผลิตพลังงาน การสังเคราะห์โปรตีนและการควบคุมการเจริญเติบโต พืชที่ขาดสังกะสีจะแก่ช้าลง ธาตุนี้มีผลโดยตรงต่อการสังเคราะห์กรดอะมิโนที่เป็นสารตั้งต้นของการสังเคราะห์ออกซิน ซึ่งจำเป็นต่อการพัฒนาของดอกและผล สังกะสีเคลื่อนที่ในพืชได้อย่างจำกัด เมื่อเทียบกับจุลธาตุอื่น ๆ ดังนั้นอาการขาดสังกะสีจึงแสดงออกที่ใบอ่อน โดยส่วนรากจะมีการสะสมสังกะสีมากกว่าใบหรือลำต้น (วิจิตร, 2552)

ทองแดง (Copper: Cu) เป็นธาตุที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ต่าง ๆ โดยเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเอนไซม์หลายชนิด เกี่ยวข้องในกระบวนการสังเคราะห์แสง สร้างผนังเซลล์ของพืชและสร้างลิกนิน ดังนั้น ถ้าพืชได้รับทองแดงไม่เพียงพอ การเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืชจะหยุดชะงัก สภาพที่ผนังเซลล์ไม่แข็งแรง พืชอาจเหี่ยวเฉาได้ อาการขาดทองแดง ลำต้นและกิ่งก้านจะแห้งตาย ใบเหลือง พืชชะงักการเจริญเติบโต ใบจะมีสีเขียวซีดและเหี่ยวเฉาได้ง่าย (วิจิตร, 2552)

แมงกานีส (Manganese: Mn) โดยทั่วไปในพืชมีความเข้มข้น 20-200 ppm ปริมาณแมงกานีสในพืชอาจแตกต่างกันไปตามอายุของพืช ปริมาณแมงกานีสในดิน ปริมาณธาตุอื่น ๆ ในบริเวณรากพืช และอุณหภูมิของดิน โดยจะพบการสะสมแมงกานีสที่ส่วนใบและลำต้นของพืชในปริมาณสูง ซึ่งแมงกานีสเป็นธาตุที่จำเป็นต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงและเมตาบอลิซึม การสูญเสียคลอโรฟิลล์ระหว่างเส้นใบเป็นลักษณะอาการขาดแมงกานีสที่สังเกตได้ชัด กรณีขาดอย่างรุนแรงจะปรากฏเป็นจุดแผลไหม้สีน้ำตาลบนใบ ทำให้ใบอ่อนร่วงได้และมีผลชะลอการแก่ในพืชบางชนิด (วิจิตร, 2552)

5.5 สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน

แสงแดดสามารถเจริญเติบโตได้ดีและให้ผลผลิตสูง ในดินร่วนซุยที่มีอินทรีย์วัตถุสูง และระบายน้ำได้ดี เนื่องจากรากของพืชวงศ์แตงมีความต้องการออกซิเจนค่อนข้างสูง สำหรับการเจริญเติบโตและการแลกเปลี่ยนธาตุอาหาร (คานิ่ง, 2531) การปลูกแตงเทศในดินร่วนซุยที่มีการถ่ายเทอากาศและระบายน้ำได้ดี ทำให้มีปริมาณและมีการกระจายของรากมาก จึงสามารถดูดซึมธาตุอาหารได้ดี (กฤษณา, 2546)

ปฏิกิริยาดิน หรือความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) จะมีผลต่อความสามารถในการละลายและความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช ในดินที่มีสภาพเป็นกรด (pH < 7.0) พืชจะนำธาตุแคลเซียมไปใช้ประโยชน์ได้น้อย และในดินที่มีสภาพเป็นด่าง (pH > 7.0) ธาตุเหล็ก สังกะสี และแมงกานีส จะมีความเป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ ทำให้พืชขาดธาตุดังกล่าว (ยงยุทธ, 2552ข)

6. บทบาทของความชื้นในดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต

ความชื้น (moisture หรือ water) เป็นสิ่งที่ปรากฏเสมอในดินในธรรมชาติ และมีผลกระทบต่อสมบัติต่าง ๆ ทั้งด้านกายภาพ เคมี และชีววิทยาของดินเป็นอย่างมาก ความชื้นของดินจึงมีความสัมพันธ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมกับการเจริญเติบโตของพืชที่เติบโตอยู่บนดิน และจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในดิน ความชื้นของดินปรากฏใน 2 ภาวะ คือ ภาวะของเหลว (liquid state) ซึ่งเรียกกันว่า น้ำในดิน (soil water) และภาวะก๊าซ (gas state) เรียกว่าไอน้ำในดิน (soil water vapor) การกล่าวถึงความชื้นของดินจะหมายถึงส่วนที่อยู่ในภาวะของเหลวเป็นสำคัญ และใช้คำว่า “ความชื้นของดิน” กับ “น้ำในดิน” ในความหมายเดียวกัน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2549)

ระดับความชื้นของดินที่มีความสัมพันธ์กับพืช เป็นค่าความชื้นคงตัวของดิน ประกอบด้วยค่าที่แสดงพิกัดบนและพิกัดล่างของความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช มีความหมายดังนี้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2549)

1. ความจุความชื้นสนาม (field capacity; FC) เป็นค่าความชื้นของดินในสนามขณะที่น้ำอิสระเคลื่อนออกไปจากดินหมดแล้ว เมื่อมีการชลประทานหรือมีฝนตกจนทำให้ดินในช่วงความลึก 6 นิ้วในเนื้อดินปานกลางอิ่มตัวด้วยน้ำ มักพบว่าความชื้นของดินในช่วงดังกล่าวลดลงอย่างรวดเร็วจนถึงระดับที่ค่อนข้างคงที่ ความชื้นที่ระดับนี้เรียกว่า “ความจุความชื้นสนาม” ซึ่งมักเกิดหลังจากฝนหยุดหรือเมื่อหยุดการให้น้ำประมาณ 2-3 วัน

2. จุดเหี่ยวถาวร (permanent wilting point; PWP) เป็นค่าที่แสดงถึงระดับน้ำในดินที่พืชไม่สามารถดูดไปใช้ได้เพียงพอกับอัตราการคายน้ำ ทำให้พืชแสดงอาการเหี่ยวแบบถาวรและแห้งตายไปในที่สุด โดยไม่สามารถทำให้ฟื้นได้อีกในสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 100% ค่านี้มี ความผันแปรกับสมบัติของดิน เช่น เนื้อดินและลักษณะการกระจายช่องภายในหน้าตัดดิน ความลึกของระดับน้ำใต้ดิน และยังผันแปรกับชนิดของพืชอีกด้วย

3. ความชื้นที่แรงดึง 15 บรรยากาศ (fifteen atmospheric percentage; FAP) เป็นค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ เป็นเพียงค่าโดยประมาณของจุดเหี่ยวถาวร (PWP) ของดินเท่านั้น สามารถหาได้โดยการสกัดดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำด้วยแรงดัน 15 บรรยากาศ จนกระทั่งน้ำหยุด

ไหลออกจากดิน หรือแรงที่กระทำกับน้ำในดินอยู่ในภาวะสมดุล ความชื้นของดินที่วัดได้คือค่าความชื้นดินที่แรงดึง 15 บรรยากาศ

4. ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ (available moisture capacity; AMCA) หมายถึงผลต่างระหว่างความชื้นดินที่ระดับความจุความชื้นสนาม (FC) และที่ระดับจุดเหี่ยวถาวร (PWP) มีหน่วยเป็นความสูงของน้ำ โดยทั่วไปดินเนื้อปานกลางมักมีความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากกว่าดินเนื้อละเอียดและดินเนื้อหยาบ อย่างไรก็ตาม น้ำในดินในช่วงดังกล่าวมีระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืชต่างกัน พืชดูดใช้น้ำได้ยากขึ้นเมื่อความชื้นดินลดลงใกล้ระดับจุดเหี่ยวถาวร

ความชื้นเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช โดยส่วนใหญ่อาศัยดินเป็นตัวกลางในการเจริญเติบโตและการดำรงชีพ ความชื้นของดินจึงมีความสำคัญต่อพืชเป็นอย่างมาก พืชวงศ์แตงเป็นพืชที่ต้องการน้ำมาก เพื่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต ยกเว้นในระยะเวลาที่มีการพัฒนาของดอกเพศเมีย ระดับความชื้นของดินที่สูงเกินไปจะทำให้เกิดปัญหาในการผสมเกสรโดยแมลง หรืออาจทำให้ละอองเกสรตกไม่สามารถเกิดการผสมเกสรได้ (นิพนธ์, 2544)

ปริมาณน้ำที่พืชต้องการจะแตกต่างกันไปในแต่ละระยะของการเจริญ โดยในระยะเวลาที่มีการพัฒนาของผลจะมีความต้องการน้ำสูงที่สุด เมื่อผลมีการพัฒนาเต็มที่แล้วความต้องการน้ำจะลดลง (Maeda, 1991)

ปริมาณผลผลิตแตงเทศ มีความสัมพันธ์โดยตรงกับระดับความชื้นของดิน โดยที่ระดับความชื้น -10 kPa จะให้ปริมาณผลผลิตสูงสุด (Pérez-Zamora *et al.*, 2004) และปริมาณน้ำในดินที่มากเกินไปกว่าความต้องการของแตงเทศ จะทำให้เกิดความเสียหายและเป็นสาเหตุของปัญหาด้านคุณภาพผลผลิต (Anonymous, 2004) ซึ่ง Cabello *et al.* (2009) รายงานว่าปริมาณน้ำที่มากเกินไปกว่าความต้องการของแตงเทศ มีผลให้ความแน่นเนื้อต่ำ และยังพบว่าต่ำกว่าในผลที่ได้รับน้ำในปริมาณพอเหมาะหรือขาดน้ำ แต่ผลที่ได้รับน้ำมากกว่าความต้องการจะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำกว่าเล็กน้อย

Sensoy *et al.* (2007) ได้ศึกษาความถี่ในการให้น้ำต่อการให้ผลผลิตของแตงเทศ พบว่าน้ำหนักผลมีความสัมพันธ์แบบแปรผันตามกับความถี่ในการให้น้ำ โดยแตงเทศจะให้ผลผลิตสูงขึ้นเมื่อมีความถี่ของการให้น้ำมากขึ้น ในขณะที่ปริมาณผลผลิตจะมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกับ

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในส่วนผล ดังนั้นการลดปริมาณการให้น้ำจึงจะส่งผลให้ผลแดงเทศ มีความหวานมากขึ้น

7. บทบาทของแคลเซียมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต

แคลเซียมเป็นธาตุที่มีบทบาทสำคัญต่อการทำงานของเยื่อหุ้มเซลล์ โดยแคลเซียมไอออน จะเคลื่อนย้ายทางท่อลำเลียงน้ำสู่ส่วนเหนือดินและกระจายไปยังส่วนต่าง ๆ การสะสมแคลเซียมในแต่ละส่วนของพืช จึงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณการคายน้ำของบริเวณนั้น แต่แคลเซียมเคลื่อนย้ายผ่านทางท่อลำเลียงอาหาร (phloem) ได้น้อยมาก จึงไม่เกิดการเคลื่อนย้ายจากส่วนที่มีแคลเซียมสะสมอยู่แล้วออกไปยังส่วนอื่น โดยปกติแคลเซียมในท่อลำเลียงอาหารส่วนใหญ่จะทำปฏิกิริยากับฟอสเฟตไอออนแล้วเกิดการตกตะกอน ส่วนแคลเซียมภายในผลก็ไม่ได้มีการกระจายอยู่อย่างสม่ำเสมอ แต่จะสะสมอยู่มากในบริเวณขั้วผลไปจนถึงส่วนกลางของผล และส่วนที่อยู่ห่างออกไปทางก้านผลจะมีการสะสมแคลเซียมน้อยกว่า ในกรณีที่พืชขาดแคลเซียม เมื่อทำการเพิ่มความเข้มข้นของแคลเซียมในดิน จะมีผลทำให้ความเข้มข้นของธาตุนี้ในใบเพิ่มสูงขึ้น แต่ไม่มีผลกระทบต่อส่วนผลที่มีอัตราการคายน้ำต่ำ และรับแคลเซียมจากการเคลื่อนย้ายผ่านทางท่อลำเลียงอาหารเป็นหลัก (ยงยุทธ, 2552ข) แคลเซียมจึงมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิต (McLaughlin and Wimmer, 1999) ดังนี้

1. เมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต

แคลเซียมช่วยลดอัตราการหายใจ จึงชะลอการสุกของผลและยับยั้งการเสื่อมสภาพของพืช โดยปกติเมื่อพืชขาดแคลเซียมจะมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีระที่สำคัญ เช่น โปรตีนและคลอโรฟิลล์สลายตัว ทำให้มีการเสื่อมสภาพของเนื้อเยื่อและผนังเซลล์ แต่การมีแคลเซียมเพียงพอช่วยให้กระบวนการเหล่านี้เกิดขึ้นอย่างเป็นปกติ นอกจากนี้ แคลเซียมยังมีบทบาทในการจัดสัดส่วนของคาร์โบไฮเดรตให้เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของพืช

2. การสังเคราะห์และการทำงานของเนื้อเยื่อและผนังเซลล์

แคลเซียมที่สะสมอยู่บริเวณผนังเซลล์ในปริมาณมากพอ ส่งผลให้พืชเจริญเติบโตได้ดี และยังช่วยป้องกันการย่อยสลายของมิดเดิลลามัลลา ซึ่งเกิดจากการทำงานของเอนไซม์บางชนิดที่

จะถูกยับยั้งโดยการได้รับแสงและแคลเซียมที่มีความเข้มข้นสูง ปริมาณแคลเซียมที่สะสมในผนังเซลล์ยังใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงความต้านทานของพืชต่อการเข้าทำลายของเชื้อรา หรือยี่ดระยะเวลาการสุกของผลได้ Lester and Grusak (2004) ศึกษาผลของการใช้แคลเซียมคีเลตเพื่อเพิ่มคุณภาพของผลแต่งเทศสายพันธุ์ inodorus หรือ honeydew พบว่า การจุ่มผลแต่งเทศในสารละลายแคลเซียมคีเลตช่วยรักษาความแน่นเนื้อของผล และช่วยให้เก็บรักษาได้นานขึ้น ส่วนการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมคีเลตอัตรา 0.4 ลิตรต่อไร่ จำนวน 4 ครั้ง ในระยะที่เริ่มมีดอกเทศเมียบ 20 และ 40 วัน หลังจากเริ่มมีดอกเทศเมียบ และ 5 วันก่อนเก็บเกี่ยว พบว่าผลแต่งเทศมีความแน่นเนื้อสูงและมีปริมาณแคลเซียมสะสมในผลสูงกว่าผลที่ไม่มีการฉีดพ่นแคลเซียมคีเลต และเมื่อทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2-3 สัปดาห์ พบว่าความแน่นเนื้อของผลไม่เปลี่ยนแปลงและยังมีสภาพเหมาะแก่การจำหน่าย

3. ความทนทานต่อโรคและการซ่อมแซมบาดแผล

แคลเซียมมีบทบาทในการเพิ่มความต้านทานโรคและการซ่อมแซมบาดแผล การรักษาสภาพของเยื่อหุ้มเซลล์ กระตุ้นการสร้างเอนไซม์บางชนิด สร้างสารปฏิชีวนะ ซ่อมแซมเยื่อหุ้มเซลล์ และผนังเซลล์ที่เสียหาย รวมทั้งสร้างแนวป้องกันรอบบาดแผลเพื่อควบคุมไม่ให้เกิดการลุกลามของโรค (Lecourieux *et al.*, 2006)

สาเหตุที่ทำให้เกิดการขาดแคลเซียมในส่วนเนื้อผล เป็นผลมาจากการที่รากพืชไม่สามารถดูด Ca^{2+} ได้ ซึ่งจะเกิดในสภาพที่ดินมีความชื้นสูงหรือมีน้ำท่วมขัง ทำให้บริเวณรอบ ๆ รากพืชมีปริมาณออกซิเจนต่ำ และยังเกิดการดูดดึง Ca^{2+} ระหว่างใบกับผล โดยในสภาพที่พืชมีการคายน้ำสูง จะส่งผลให้มีการเคลื่อนย้าย Ca^{2+} จากส่วนผลไปยังใบพืช (Adams and Ho, 1995) การสะสมแคลเซียมของผลแต่งเทศเกิดขึ้นในระยะ 20 วันแรกของการพัฒนาผล โดยจะมีปริมาณแคลเซียมสะสมมากถึง 80% ของปริมาณที่ผลต้องการใช้ในการพัฒนา ในระยะนี้อาจเกิดการเคลื่อนย้ายแคลเซียมที่ไม่สม่ำเสมอผ่านท่อลำเลียงน้ำไปสู่บริเวณใกล้เคียงกับเนื้อผล ซึ่งมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดอาการ water-soaking disorder ขึ้นในภายหลัง (Bernadac *et al.*, 1996) และพบว่าอาการนี้เกิดขึ้นกับแต่งเทศที่เจริญเติบโตในสภาพขาดแคลเซียม โดยเมื่อผลแต่งเทศเริ่มแก่ พบว่าการเกิดอาการนี้มีความสัมพันธ์กับปริมาณแคลเซียมในผลที่มีอยู่น้อยมาก (Serrano *et al.*, 2002)

water-soaking disorder เป็นความผิดปกติทางสรีรวิทยา ที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณแคลเซียมที่เคลื่อนย้ายเข้าสู่ผลกับปริมาณแคลเซียมที่ผลต้องการใช้สำหรับการพัฒนา และ ยังมีรายงานอีกว่า ความเข้มข้นของแคลเซียมในระดับต่ำทำให้ผนังเซลล์และเนื้อเยื่อเสื่อมสภาพ ซึ่ง จะพบในบริเวณที่เกิดอาการช้ำน้ำ (Carpita and Gibeaut, 1993) โดยลักษณะที่เกิดขึ้นคือส่วนของ เนื้อผลแสดงอาการช้ำน้ำ เนื้อผลเปลี่ยนเป็นสีดำ สะท้อนเมื่อโดนแสง ทำให้ผลสุกก่อนกำหนด หากเกิดอาการดังกล่าวเป็นเวลานานจะเกิดการสร้างแอลกอฮอล์ขึ้นในส่วนเนื้อ ความแน่นเนื้อและ ความหวานจะลดลง (Odet and Dumoulin, 1993) คล้ายกับการเกิด bitter pit ในผลแอปเปิ้ล, blossom-end rot ในผลมะเขือเทศ หรืออาการ tip burn ในผลสตอเบอรี่ ซึ่งจากการศึกษาของ Bernadac *et al.* (1996) พบว่า อาการนี้จะเกิดขึ้นในระยะแรกของการเจริญของผลที่ไม่ได้รับ แคลเซียมอย่างเพียงพอ และ Chatenet *et al.* (2000) ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่ สะสมอยู่ในบริเวณเนื้อผลแตงเทศปกติ เปรียบเทียบกับผลที่เกิดอาการ water-soaking disorder พบว่า ความเข้มข้นของโซเดียม แมกนีเซียม คลอรีน และโพแทสเซียม ไม่มีความแตกต่างกัน แต่ ความเข้มข้นของแคลเซียมในผลที่แสดงอาการนี้ต่ำกว่าผลปกติถึง 100 เท่า

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารพืชกับการเจริญเติบโตและคุณภาพของ แตงเทศ 4 พันธุ์

ปลูกแตงเทศพันธุ์ Jin Yuan, Rocky Melon เนื้อส้ม, Rocky Melon เนื้อเขียว (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus* Naudin) และ Honey Ball (*Cucumis melo* L. var. *inodorus* Naudin) ในสภาพแปลงร่วมกับระบบน้ำหยด โดยปลูกระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง กรกฎาคม พ.ศ. 2551 วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 ซ้ำ เตรียมแปลงขนาดกว้าง 1.2 เมตร ยาว 26 เมตร มีระยะห่างระหว่างแปลง เท่ากับ 1 เมตร จำนวน 4 แปลง รองพื้นด้วยปุ๋ยคอก อัตรา 1,600 กิโลกรัม ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ คลุกเคล้าให้เข้ากัน ปรับหน้าแปลงให้เรียบ แล้ววางระบบน้ำโดยใช้ท่อน้ำหยดที่มีระยะห่าง 30 เซนติเมตร จำนวน 3 สายต่อแปลง จากนั้นจึงใช้พลาสติกสีดำ-เงินคลุมแปลงปลูก เจาะหลุมสำหรับปลูกแตงเทศ โดยใช้ระยะปลูก ระหว่างต้น 30 เซนติเมตร และระหว่างแถว 80 เซนติเมตร เพาะเมล็ดในถาดเพาะกล้าขนาด 104 หลุม ใช้พีทมอสเป็นวัสดุเพาะกล้า หยอดเมล็ดหลุมละ 1 เมล็ด ให้น้ำวันละ 2 เวลา เช้าและเย็น หลังจากเมล็ดงอกได้ประมาณ 7 วัน จึงลดลงเหลือวันละ 1 ครั้ง ในตอนเช้า เมื่อต้นกล้ามีอายุ 10 วัน จึงย้ายลงปลูกในแปลง

ปลูกแตงเทศแบบขึ้นค้าง ตัดเถาแขนงที่เกิดจากข้อที่ 1-8 ของเถาหลักทิ้ง ปล่อยให้เถาแขนงเจริญในข้อที่ 9-12 ของเถาหลัก เด็ดยอดเถาแขนงให้เหลือ 2 ข้อ หรือมีใบ 2 ใบ ดอกเพศเมีย จะเจริญในข้อแรกของเถาแขนง เมื่อเริ่มมีการติดผล จึงคัดเลือกผลที่สมบูรณ์ไว้ต้นละ 1 ผล เด็ดยอดเถาหลักเมื่อมีใบจริง 25 ใบ ให้น้ำร่วมกับระบบน้ำหยด 2 วันต่อครั้ง โดยในระยะแรกหลังจากย้ายปลูก จะให้ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-13 อัตรา 1 กรัมต่อต้นต่อครั้ง เมื่อแตงเทศติดผลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร จึงให้ปุ๋ยเคมีสูตร 12-6-18 อัตรา 1 กรัมต่อต้นต่อครั้ง และให้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-32 อัตรา 10 กรัมต่อต้น โดยให้ปุ๋ยเม็ดได้พลาสติกด้านข้างแปลง (คิดเป็นปริมาณธาตุอาหาร N-P₂O₅-K₂O เท่ากับ 2.30, 1.84 และ 3.38 กรัมต่อต้น ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง) เก็บเกี่ยวแตงเทศพันธุ์ Honey Ball เมื่อมีอายุ 60 วันหลังย้ายปลูก และ 70 วันสำหรับพันธุ์ Jin Yuan, Rocky Melon เนื้อส้มและเนื้อเขียว โดยเก็บเกี่ยวแยกส่วนต้นและผล เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารโดยวิธีทางเคมี

นำข้อมูลที่ได้มาหาความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารพืชกับการเจริญเติบโตและคุณภาพของแตงเทศทั้ง 4 พันธุ์ โดยบันทึกข้อมูลดังนี้

1. การเจริญเติบโต

1.1 ความยาว (เซนติเมตร) และขนาดของเถาหลัก (มิลลิเมตร) เมื่อมีใบจริง 25 ใบ

1.2 ความเขียวของใบ (SPAD unit) วัดจากใบที่ 9-12 ในระยะที่มีใบจริง 25 ใบ โดยใช้ Chlorophyll meter (SPAD-502)

1.3 พื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตร) โดยวิธี Estimation of individual leaf area (Cho *et al.*, 2007) ทำการวัดความกว้าง (W) และความยาว (L) ของใบที่ 9-12 ในระยะที่มีใบจริง 25 ใบ แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณโดยใช้สมการ Leaf Area (LA) = $-210.61 + 13.358W + 0.5356LW$

2. คุณภาพของผลผลิต

2.1 น้ำหนักผล (กิโลกรัม)

2.2 ความแน่นเนื้อ วัดจากส่วนผล 2 ด้านตรงกันข้าม ที่มีการเฉือนเปลือกออกแล้ว โดยใช้เครื่อง firmness tester ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหัวกด 0.3 เซนติเมตร นำค่าที่ได้มาคำนวณเป็นหน่วยนิวตัน (N) คือ ค่าที่อ่านได้ (กิโลกรัม) x 9.807 (นิวตัน) / พื้นที่หัวกด (ตารางเซนติเมตร)

2.3 ขนาดผล โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางตามแนวขวางและแนวยาว (เซนติเมตร)

2.4 ความหนาเปลือก (มิลลิเมตร) โดยวัดระยะระหว่างส่วนเปลือกด้านนอกสุดจนถึงส่วนเนื้อผล

2.5 ความหนาเนื้อ (มิลลิเมตร) โดยวัดระยะระหว่างส่วนของเปลือกด้านในกับส่วนขอบของช่องว่างภายในผล

2.6 ความกว้างส่วนรก (มิลลิเมตร) โดยวัดระยะห่างของช่องว่างภายในผลตามแนวขวางของผล

2.7 ความหวาน (องศาบริกซ์) โดยการวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids : TSS) โดยการสุ่มเนื้อผลจากบริเวณกลางผล ขั้วผล และปลายผล นำน้ำคั้นที่ได้จากทั้งสามส่วนมาวิเคราะห์ค่า TSS โดยใช้ digital refractometer

3. ปริมาณธาตุอาหารในส่วนต้นและผล

หลังจากเก็บเกี่ยวแต่งเตศแต่ละพันธุ์แล้ว นำมาแยกส่วนต้นและผล อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างพืชที่อบแห้งแล้วมาบดให้ละเอียด นำไปย่อยสลายโดยวิธี wet ashing (Jones *et al.*, 1991)

3.1 ปริมาณไนโตรเจน (total nitrogen) สกัดโดย $H_2SO_4-Na_2SO_4-Se$ mixture และวิเคราะห์ปริมาณโดยวิธี Kjeldahl method (ทัศนีย์ และจรงค์, 2551)

3.2 ปริมาณฟอสฟอรัส สกัดโดย $H_2SO_4-Na_2SO_4-Se$ mixture และวิเคราะห์ปริมาณโดยวิธี Colorimetric (ทัศนีย์ และจรงค์, 2551)

3.3 ปริมาณโพแทสเซียม สกัดโดย $H_2SO_4-Na_2SO_4-Se$ mixture และวิเคราะห์ปริมาณโดย Atomic absorption spectrophotometer (ทัศนีย์ และจรงค์, 2551)

3.4 ปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี ทองแดง และแมงกานีส สกัดโดย $HNO_3-H_2SO_4-HClO_4$ acid mixture และวิเคราะห์ปริมาณโดย Atomic absorption spectrophotometer (ทัศนีย์ และจรงค์, 2551)

4. ความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารพืชกับการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิต โดยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลด้านการเจริญเติบโต คุณภาพ และปริมาณธาตุอาหารในส่วนต้นและผล

5. สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินก่อนและหลังปลูก โดยเก็บตัวอย่างที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตรจากผิวดิน ฝังให้แห้งในที่ร่ม บดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2.0 และ 0.5 มิลลิเมตร (ทัศนีย์ และจรงค์, 2551)

5.1 วิเคราะห์เนื้อดิน โดยวิธี Hydrometer โดยใช้เปอร์เซ็นต์ของทราย ซิลท์ และดินเหนียว เทียบกับตารางสามเหลี่ยมแบ่งชนิดของเนื้อดินมาตรฐาน (สมบุญ, 2551)

5.2 ปฏิริยาดิน (pH) วัดโดย pH meter โดยใช้อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำ เท่ากับ 1:1 (ทัศนีย์ และจรงค์, 2551)

5.3 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน โดยวิธี Walkley and Black (Walkley and Black, 1934; ทัศนีย์ และจรงค์, 2551)

5.4 ปริมาณไนโตรเจน (total nitrogen) สกัดโดย H_2SO_4 และวิเคราะห์ปริมาณโดยวิธี Kjeldahl method (Page *et al.*, 1982; ทัศนีย์ และจรงค์, 2551)

5.5 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) สกัดโดยวิธี Bray II (Bray and Kurt, 1945) และวิเคราะห์ปริมาณโดยวิธี Colorimetric (ทัศนีย์ และจรงค์, 2551)

5.6 ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม โดยการสกัดด้วยสารละลาย 1 N แอมโมเนียมอะซิเตต (NH_4OAc) ที่เป็นกลาง (pH 7.0) และวิเคราะห์ปริมาณโดย Atomic absorption spectrophotometer (ทัศนีย์ และจรงค์, 2551)

5.7 ปริมาณเหล็ก สังกะสี ทองแดง และแมงกานีส โดยการสกัดด้วยสารละลาย DTPA และวิเคราะห์ปริมาณโดย Atomic absorption spectrophotometer (ทัศนีย์ และจรงค์, 2551)

6. ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ระหว่างเดือนเมษายน ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2551 โดยบันทึกข้อมูล อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน

การทดลองที่ 2 ผลของความชื้นในดินและปริมาณแคลเซียมต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball

ปลูกแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ไม่ทนทานต่อระดับความชื้นสูง และมีแนวโน้มที่จะเกิดอาการผิดปกติของผล ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 ในดินที่มีสัดส่วนของทราย (sand) 44.24% ซิลต์ (silt) 8.14% และดินเหนียว (clay) 47.62% มีระดับปฏิกิริยาของดินเป็นด่างแก่ (pH 8.7) มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ (8.88%) ปริมาณไนโตรเจนต่ำมาก (150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียมอยู่ในระดับปานกลาง (1548.30 และ 166.69 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) ในขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม เหล็ก สังกะสี ทองแดง และแมงกานีส มีอยู่ในระดับสูงมาก (154.12, 125.24, 29.58, 2.91, 6.30 และ 37.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) (Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973; Marx *et al.*, 1999) ให้น้ำและธาตุอาหารโดยใช้ระบบน้ำหยด โดยวางแผนการทดลองแบบ Split-plot in Randomized Complete Block Design จำนวน 3 ซ้ำ โดยทำการศึกษา 2 ปีวิจัย คือ

ปีวิจัย A กำหนดให้เป็น main plot คือ ระดับความชื้นของดินที่ความลึก 30 เซนติเมตรจากผิวดิน 3 ระดับ ได้แก่ 0 kPa, -15 kPa และ -30 kPa

ปีวิจัย B กำหนดให้เป็น sub plot คือ ความเข้มข้นของแคลเซียมที่ฉีดพ่นทางใบ 4 ระดับ ได้แก่ 0 2,500 7,500 และ 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

เตรียมแปลงขนาดกว้าง 1.5 เมตร ยาว 26 เมตร มีระยะห่างระหว่างแปลงเท่ากับ 2 เมตร จำนวน 3 แปลง ปลูกแตงเทศแบบขึ้นค้างโดยใช้ระยะระหว่างต้น 30 เซนติเมตร และระหว่างแถว 80 เซนติเมตร จัดการน้ำและธาตุอาหารเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 ควบคุมความชื้นของดิน (ปีวิจัย A) ตั้งแต่ระยะที่ดอกตัวเมียบานจนถึงระยะเก็บเกี่ยว (ระยะ 30-60 วันหลังย้ายปลูก) บันทึกความชื้นของดินโดยใช้ tensiometer วัดที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตรจากผิวดิน ฉีดพ่นสารละลายธาตุแคลเซียมทางใบ 2 ครั้ง (ปีวิจัย B) หลังจากเริ่มควบคุมระดับความชื้นของดินเป็นเวลา 10 และ 17 วัน เก็บเกี่ยวผลแตงเทศเมื่อมีอายุ 60 วันหลังย้ายปลูก บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิต ดังนี้

1. การเจริญเติบโต บันทึกข้อมูลความยาวเถา ขนาดเถา ความเขียวของใบ และพื้นที่ใบ โดยใช้วิธีการเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1
2. คุณภาพผลผลิต บันทึกข้อมูลน้ำหนักผล ความแน่นเนื้อ และความหวาน โดยใช้วิธีการเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1
3. ปริมาณธาตุอาหารในส่วนต้นและผล วิเคราะห์โดยใช้วิธีการเดียวกับการทดลองที่ 1
4. สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินก่อนและหลังปลูก วิเคราะห์โดยใช้วิธีการเดียวกับการทดลองที่ 1
5. ข้อมูลทางอุตุนิยมนิยามวิทยาในพื้นที่เขตดอนเมือง กรุงเทพมหานคร ระหว่างการทดลองในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2553 โดยบันทึกข้อมูล อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน และความเข้มแสง

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยตาราง ANOVA เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Different (LSD) และวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารพืชต่อคุณภาพของผลผลิตแตงเทศ

สถานที่และระยะเวลาทำการทดลอง

ทำการทดลองที่แปลงปลูกแตงเทศ อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา แปลงทดลองภาควิชาพืชสวน ห้องปฏิบัติการภาควิชาพืชสวน และห้องปฏิบัติการภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ ตั้งแต่เดือนมีนาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

ผลและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารกับการเจริญเติบโตและคุณภาพของ แตงเทศ 4 พันธุ์

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารพืชกับการเจริญเติบโตและคุณภาพของแตงเทศ 4 พันธุ์ ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ตลาดภายในประเทศมีความต้องการสูง ได้แก่ พันธุ์ Jin Yuan, Rocky Melon เนื้อส้ม, Rocky Melon เนื้อเขียว ซึ่งเป็นแตงเทศในกลุ่ม netted melon และพันธุ์ Honey Ball ซึ่งเป็นแตงเทศในกลุ่ม honeydew ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2551 ณ อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ผลปรากฏดังนี้

1. การเจริญเติบโต

1.1 ความยาวเถาหลัก

ความยาวเถาของแตงเทศทั้ง 4 พันธุ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยแตงเทศพันธุ์ Rocky Melon เนื้อส้ม มีความยาวเถาสูงที่สุด เท่ากับ 94.3 เซนติเมตร รองลงมาคือพันธุ์ Jin Yuan และ Honey Ball (84.6 และ 81.7 เซนติเมตร ตามลำดับ) ส่วนพันธุ์ Rocky Melon เนื้อเขียว มีความยาวเถาต่ำที่สุด เท่ากับ 72.3 เซนติเมตร (ตารางที่ 1)

1.2 ขนาดเถาหลัก

ขนาดเถาหลักมีความแตกต่างกัน โดยพันธุ์ Rocky Melon เนื้อเขียว, Jin Yuan และ Honey Ball มีขนาดเถาเฉลี่ย 10.6, 10.4 และ 10.4 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ Rocky Melon เนื้อส้ม ที่มีขนาดเถาเฉลี่ย 10.0 มิลลิเมตร (ตารางที่ 1)

1.3 ความเขียวของใบ

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแต่งเทศพันธุ์ Rocky Melon เนื้อส้ม มีความเขียวของใบสูงที่สุด เท่ากับ 42.6 SPAD unit รองลงมาคือพันธุ์ Jin Yuan และ Rocky Melon เนื้อเขียว (41.7 และ 40.6 SPAD unit ตามลำดับ) ส่วนพันธุ์ Honey Ball มีความเขียวของใบต่ำที่สุด เท่ากับ 39.8 SPAD unit (ตารางที่ 1)

1.4 พื้นที่ใบ

พื้นที่ใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่า พันธุ์ Rocky Melon เนื้อเขียว และ Honey Ball มีพื้นที่ใบมากที่สุด เท่ากับ 241.5 และ 238.8 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ รองลงมาคือพันธุ์ Jin Yuan มีพื้นที่ใบ 206.7 ตารางเซนติเมตร และพันธุ์ Rocky Melon เนื้อส้ม มีพื้นที่ใบน้อยที่สุด เท่ากับ 177.4 ตารางเซนติเมตร (ตารางที่ 1) และมีแนวโน้มว่าต้นที่มีพื้นที่ใบมากจะมีความยาวเถาอ่อน แต่ทำให้ขนาดของเถาหลักใหญ่กว่าต้นที่มีพื้นที่ใบน้อย (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ความยาวเถาหลัก ขนาดเถาหลัก ความเขียวของใบ และพื้นที่ใบของแต่งเทศ 4 พันธุ์

พันธุ์	ความยาวเถา (ซม.)	ขนาดเถา (มม.)	ความเขียวของใบ (SPAD unit)	พื้นที่ใบ (ตร.ซม.)
Jin Yuan	84.6 ab	10.4 a	41.7 ab	206.7 b
Rocky Melon เนื้อส้ม	94.3 a	10.0 b	42.6 a	177.4 c
Rocky Melon เนื้อเขียว	72.3 b	10.6 a	40.6 ab	241.5 a
Honey Ball	81.7 ab	10.4 a	39.8 b	238.8 a
F-test	*	*	*	*
CV.(%)	11.19	2.50	3.84	8.07

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ

ด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2. คุณภาพ

2.1 น้ำหนักผล

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ Jin Yuan มีน้ำหนักผลสูงที่สุด เท่ากับ 1.8 กิโลกรัม รองลงมาคือพันธุ์ Rocky Melon เนื้อเขียวและเนื้อส้ม (1.7 และ 1.6 กิโลกรัม ตามลำดับ) ส่วนพันธุ์ Honey Ball มีน้ำหนักผลต่ำที่สุด เท่ากับ 1.5 กิโลกรัม (ตารางที่ 2) แสดงว่าผลแดงเทศที่ได้จากการทดลองมีน้ำหนักต่อผล 1.5-2.0 กิโลกรัมต่อผล ซึ่งอยู่ในระดับที่ตลาดต้องการ (นิพนธ์, 2544)

2.2 ความแน่นเนื้อ

แดงเทศพันธุ์ Rocky Melon เนื้อเขียว มีความแน่นเนื้อสูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีความแน่นเนื้อเฉลี่ย 105.8 นิวตัน รองลงมาคือพันธุ์ Jin Yuan, Rocky Melon เนื้อส้ม และ Honey Ball (52.1, 49.4 และ 42.7 นิวตัน ตามลำดับ) (ตารางที่ 2) เนื่องจากความแน่นเนื้อเป็นการที่วัดลักษณะความแข็งหรืออ่อนนุ่มของเนื้อผลโดยตรง เช่นเดียวกับการกัดหรือเคี้ยวของผู้บริโภค ดังนั้น พันธุ์ Rocky Melon เนื้อเขียวจึงมีลักษณะเนื้อกรอบ ส่วนพันธุ์อื่น ๆ จะมีลักษณะเนื้อค่อนข้างนุ่ม ทำให้เนื้อผลมีความฉ่ำน้ำมากกว่า (นิพนธ์, 2544)

2.3 ขนาดผล

แดงเทศพันธุ์ Rocky Melon เนื้อเขียว มีความยาวผลมากกว่าพันธุ์อื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีความยาวผล เท่ากับ 17.0 เซนติเมตร รองลงมาคือพันธุ์ Honey Ball, Rocky Melon เนื้อส้ม และ Jin Yuan (15.7, 15.4 และ 15.3 เซนติเมตร ตามลำดับ) (ตารางที่ 2) แสดงว่าพันธุ์ Rocky Melon เนื้อเขียว มีลักษณะผลเป็นทรงยาวมากกว่าพันธุ์อื่น ในขณะที่แดงเทศพันธุ์ Jin Yuan มีความกว้างผลมากกว่าพันธุ์อื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีความกว้างผล เท่ากับ 15.6 เซนติเมตร รองลงมาคือพันธุ์ Rocky Melon เนื้อส้ม, เนื้อเขียว และ Honey Ball (14.6, 14.2 และ 14.1 เซนติเมตร ตามลำดับ) (ตารางที่ 2) จะเห็นได้ว่าขนาดของผลมีความสอดคล้องกับการเพิ่มน้ำหนักผล ส่วนลักษณะของผลขึ้นอยู่กับลักษณะประจำพันธุ์ (นิพนธ์, 2544; ดนัย, 2548)

2.5 ความหนาเปลือก

แต่งเทศทั้ง 4 พันธุ์มีความหนาเปลือกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ Rocky Melon เนื้อส้ม, เนื้อเขียว และ Jin Yuan มีความหนาเปลือก 0.9 0.8 และ 0.7 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ Honey Ball มีความหนาเปลือกน้อยที่สุด เท่ากับ 0.5 มิลลิเมตร (ตารางที่ 3) แสดงว่าผลแต่งเทศกลุ่ม netted melon ซึ่งมีลายนูนที่ผิว และมีเปลือกหนากว่ากลุ่ม honeydew ซึ่งมีผิวเรียบ จะสามารถเก็บรักษาผลผลิตหลังจากการเก็บเกี่ยวได้เป็นระยะเวลาานกว่า

2.6 ความหนาเนื้อ

แต่งเทศพันธุ์ Jin Yuan มีความหนาเนื้อมากกว่าแต่งเทศพันธุ์อื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีความหนาเนื้อ 39.6 มิลลิเมตร รองลงมาคือพันธุ์ Rocky Melon เนื้อเขียว, เนื้อส้ม และ Honey Ball (36.3, 35.3 และ 35.1 มิลลิเมตร ตามลำดับ) (ตารางที่ 3) แสดงว่าผลแต่งเทศแต่ละพันธุ์มีปริมาณของส่วนที่สามารถบริโภคได้ต่างกัน เนื่องจากเนื้อผลมีองค์ประกอบเป็นคาร์โบไฮเดรตที่อยู่ในรูปอาหารสะสม เช่น แป้งและน้ำตาลชนิดต่าง ๆ (จริงแท้, 2550)

2.7 ความกว้างส่วนรก

แต่งเทศทั้ง 4 พันธุ์มีความกว้างส่วนรกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าพันธุ์ Jin Yuan และ Rocky Melon เนื้อส้ม มีความกว้างส่วนรกรมากที่สุด เท่ากับ 76.1 และ 75.3 มิลลิเมตร ตามลลากับ รองลงมาคือพันธุ์ Rocky Melon เนื้อเขียว และ Honey Ball มีความกว้างส่วนรก เท่ากับ 70.0 และ 69.9 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ซึ่งความกว้างส่วนรกรหมายถึงขนาดของช่องว่างบริเวณกลางผล ซึ่งเป็นส่วนที่เมล็ดยึดเกาะและเป็นทางผ่านของอาหารมายังเมล็ด ซึ่งเกิดการพัฒนาไปพร้อมกับผล (दनัย, 2548) การพัฒนาของเมล็ดจะต้องนำอาหารสะสมในผลไปใช้ เมื่อผลแก่จึงทำให้ความกว้างส่วนรกรเพิ่มขึ้น ดังนั้น การเก็บเกี่ยวช้าเกินไปอาจทำให้ผลเกิดอาการไส้ส้มได้

2.8 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

แตงเทศพันธุ์ Rocky Melon เนื้อเขียว, เนื้อส้ม และ Jin Yuan มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงที่สุด เท่ากับ 12.6, 12.5 และ 11.9 องศาบริกซ์ ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ Honey Ball ซึ่งมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำที่สุด เท่ากับ 8.3 องศาบริกซ์ (ตารางที่ 3)

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้บ่งบอกถึงความหวานของผล แสดงว่า แตงเทศพันธุ์ Jin Yuan, Rocky Melon เนื้อส้ม และเนื้อเขียว มีความหวานอยู่ในระดับที่ตลาดต้องการ คือ 12-14 องศาบริกซ์ (ค่านึง, 2531) ส่วนพันธุ์ Honey Ball ยังมีความหวานอยู่ในระดับต่ำกว่าที่ตลาดต้องการ

ตารางที่ 2 น้ำหนักผล ความแน่นเนื้อ ความยาวผล และความกว้างผลของแตงเทศ 4 พันธุ์

พันธุ์	น้ำหนักผล (กก.)	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)	ความยาวผล (ซม.)	ความกว้างผล (ซม.)
Jin Yuan	1.8 a	52.1 b	15.3 b	15.6 a
Rocky Melon เนื้อส้ม	1.6 b	49.4 b	15.4 b	14.6 b
Rocky Melon เนื้อเขียว	1.7 b	105.8 a	17.0 a	14.2 b
Honey Ball	1.5 c	42.7 b	15.7 b	14.1 b
F-test	*	*	*	*
CV.(%)	5.03	11.95	3.52	2.15

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 3 ความหนาเปลือก ความหนาเนื้อ ความกว้างส่วนรก และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของแตงเทศ 4 พันธุ์

พันธุ์	ความหนาเปลือก (มม.)	ความหนาเนื้อ (มม.)	ความกว้างส่วนรก (มม.)	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์)
Jin Yuan	0.7 b	39.6 a	76.1 a	11.9 a
Rocky Melon เนื้อส้ม	0.9 a	35.3 b	75.3 a	12.5 a
Rocky Melon เนื้อเขียว	0.8 a	36.3 b	70.0 b	12.6 a
Honey Ball	0.5 c	35.1 b	70.0 b	8.3 b
F-test	*	*	*	*
CV.(%)	10.58	4.07	1.96	5.56

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

3. ปริมาณธาตุอาหารในส่วนต้นและผล

3.1 ไนโตรเจน

แตงเทศทั้ง 4 พันธุ์ มีปริมาณไนโตรเจนในส่วนต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่า พันธุ์ Rocky Melon เนื้อส้ม มีปริมาณไนโตรเจนสูงที่สุด เท่ากับ 16,300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือพันธุ์ Jin Yuan และ Rocky Melon เนื้อเขียว (14,000 และ 11,400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) ส่วนพันธุ์ Honey Ball มีปริมาณไนโตรเจนต่ำที่สุด เท่ากับ 9,400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 4) ส่วนปริมาณไนโตรเจนในผล มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ Rocky Melon เนื้อส้ม มีปริมาณไนโตรเจนสูงที่สุด 11,200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือพันธุ์ Rocky Melon เนื้อเขียว และ Honey Ball (9,500 และ 9,300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) และปริมาณไนโตรเจนต่ำที่สุดในพันธุ์ Jin Yuan เท่ากับ 8,400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 5)

3.2 ฟอสฟอรัส

ปริมาณฟอสฟอรัสในส่วนต้นของแตงเทศพันธุ์ Rocky Melon เนื้อส้ม และ Jin Yuan มีปริมาณฟอสฟอรัส เท่ากับ 1,400 และ 1,200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ Rocky Melon เนื้อเขียว และ Honey Ball (900 และ 800 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) (ตารางที่ 4) ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสในผลพบว่า พันธุ์ Rocky Melon เนื้อส้ม มีปริมาณฟอสฟอรัส เท่ากับ 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ Jin Yuan, Rocky Melon เนื้อเขียว และ Honey Ball ที่มีปริมาณฟอสฟอรัส เท่ากับ 1,400 1,200 และ 1,200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

3.3 โปแทสเซียม

แตงเทศทั้ง 4 พันธุ์ มีปริมาณโปแทสเซียมในส่วนต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่า พันธุ์ Rocky Melon เนื้อส้ม และ Jin Yuan มีปริมาณโปแทสเซียมสูงที่สุด (21,800 และ 19,400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) รองลงมาคือพันธุ์ Rocky Melon เนื้อเขียว (14,800 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และปริมาณโปแทสเซียมต่ำที่สุด เท่ากับ 6,900 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในพันธุ์ Honey Ball (ตารางที่ 4) ในขณะที่ปริมาณโปแทสเซียมในส่วนของผล ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีปริมาณโปแทสเซียมในพันธุ์ Jin Yuan, Rocky Melon เนื้อเขียว, เนื้อส้ม และ Honey Ball เท่ากับ 19,900 17,600 17,200 และ 11,300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

3.4 แคลเซียม

ปริมาณแคลเซียมในส่วนต้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่า พันธุ์ Rocky Melon เนื้อส้ม มีปริมาณแคลเซียมสูงที่สุด เท่ากับ 64,400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือพันธุ์ Jin Yuan และ Rocky Melon เนื้อเขียว (57,800 และ 48,500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) ส่วนพันธุ์ Honey Ball มีปริมาณแคลเซียมต่ำที่สุด เท่ากับ 45,700 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 4) ส่วนปริมาณแคลเซียมในผลแตงเทศทั้ง 4 พันธุ์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ Jin Yuan มีปริมาณแคลเซียมสูงที่สุด 2,100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

รองลงมาคือพันธุ์ Rocky Melon เนื้อส้ม, เนื้อเขียว และ Honey Ball (1,800 1,500 และ 1,300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางที่ 5)

3.5 แมกนีเซียม

ในต้นของแตงเทศพันธุ์ Rocky Melon เนื้อส้ม, Jin Yuan และ Rocky Melon เนื้อเขียว ที่มีปริมาณแมกนีเซียม เท่ากับ 5,000 4,700 และ 4,100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ Honey Ball ซึ่งมีปริมาณแมกนีเซียม ต่ำที่สุด เท่ากับ 2,800 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 4) และในส่วนของผลของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball มีปริมาณแมกนีเซียมต่ำที่สุด เท่ากับ 1,800 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ Rocky Melon เนื้อส้ม, Jin Yuan และ Rocky Melon เนื้อเขียว ที่มีปริมาณแมกนีเซียมเท่ากับ 2,600 2,500 และ 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 5)

3.6 เหล็ก

ปริมาณเหล็กในส่วนต้นของแตงเทศทั้ง 4 พันธุ์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่า พันธุ์ Jin Yuan และ Rocky Melon เนื้อส้ม มีปริมาณเหล็กสูงที่สุด เท่ากับ 51.88 และ 50.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ รองลงมาคือพันธุ์ Rocky Melon เนื้อเขียว (29.52 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ส่วนพันธุ์ Honey Ball มีปริมาณเหล็กต่ำที่สุด เท่ากับ 13.28 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 4) ส่วนปริมาณเหล็กในผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีปริมาณสูงที่สุดในพันธุ์ Rocky Melon เนื้อเขียว 3.24 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือพันธุ์ Rocky Melon เนื้อส้ม, Jin Yuan และ Honey Ball (3.00, 2.75 และ 2.37 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) (ตารางที่ 5)

3.7 สังกะสี

แตงเทศพันธุ์ Jin Yuan, Rocky Melon เนื้อเขียวและเนื้อส้ม ที่มีปริมาณสังกะสีใน ส่วนต้นสูงที่สุด เท่ากับ 2.65, 2.65 และ 2.36 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ Honey Ball ซึ่งมีปริมาณสังกะสีในส่วนต้นต่ำที่สุด เท่ากับ 2.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 4) ส่วนปริมาณสังกะสีในผลไม่มีความแตกต่างกันทาง

สถิติ โดยมีปริมาณสูงที่สุดในพันธุ์ Rocky Melon เนื้อส้ม (1.90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) รองลงมาคือพันธุ์ Rocky Melon เนื้อเขียว, Honey Ball และ Jin Yuan ซึ่งมีปริมาณสังกะสีเท่ากับ 1.79, 1.71 และ 1.64 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

3.8 ทองแดง

ปริมาณทองแดงในต้นของแดงเทศพันธุ์ Honey Ball มีปริมาณสูงที่สุด 1.55 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ Jin Yuan และ Rocky Melon เนื้อเขียว (1.33 และ 1.31 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และต่ำที่สุดในพันธุ์ Rocky Melon เนื้อส้ม ซึ่งมีปริมาณทองแดงเท่ากับ 1.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 4)

ปริมาณทองแดงในส่วนผล มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ Honey Ball มีปริมาณทองแดงสูงที่สุด เท่ากับ 1.28 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือพันธุ์ Rocky Melon เนื้อส้มและเนื้อเขียว (0.85 และ 0.78 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) และต่ำที่สุดในพันธุ์ Jin Yuan ซึ่งมีปริมาณทองแดงเท่ากับ 0.54 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 5)

3.9 แมงกานีส

ในส่วนต้นของแดงเทศทั้ง 4 พันธุ์ มีปริมาณแมงกานีสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ Jin Yuan มีปริมาณแมงกานีส สูงที่สุด 20.52 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือพันธุ์ Rocky Melon เนื้อเขียวและเนื้อส้ม (19.48 และ 19.39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และต่ำที่สุดคือพันธุ์ Honey Ball ซึ่งมีปริมาณ Mn เท่ากับ 15.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 4) ส่วนปริมาณ Mn ในผลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ Jin Yuan มีปริมาณแมงกานีสสูงที่สุด เท่ากับ 1.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือพันธุ์ Rocky Melon เนื้อส้มและเนื้อเขียว (1.06 และ 0.99 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) ส่วนพันธุ์ Honey Ball มีปริมาณแมงกานีสต่ำที่สุด 0.77 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 4 ปริมาณธาตุอาหารในส่วนต้นของแตงเทศ 4 พันธุ์

พันธุ์	มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม								
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
Jin Yuan	14,000 ab	1,200 a	19,400 ab	57,800 ab	4,700 a	51.88 a	2.65 a	1.33 ab	20.52 a
Rocky Melon เนื้อส้ม	16,300 a	1,400 a	21,800 a	64,400 a	5,000 a	50.04 a	2.36 ab	1.12 b	19.39 ab
Rocky Melon เนื้อเขียว	11,400 bc	900 b	14,800 b	48,500 bc	4,100 a	29.52 ab	2.65 a	1.31 ab	19.48 ab
Honey Ball	9,400 c	800 b	6,900 c	45,700 c	2,800 b	13.28 b	2.12 b	1.55 a	15.50 b
F-test	*	*	*	*	*	*	*	*	*
CV.(%)	13.63	15.37	21.18	12.51	15.85	45.52	9.23	16.50	13.93

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 5 ปริมาณธาตุอาหารในส่วนผลของแตงเทศ 4 พันธุ์

พันธุ์	มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม								
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
Jin Yuan	8,400 b	1,400 b	19,900	2,100 a	2,500	2.75	1.64	0.54 b	1.20 a
Rocky Melon เนื้อส้ม	11,200 a	2,000 a	17,200	1,800 ab	2,600	3.00	1.90	0.85 ab	1.06 ab
Rocky Melon เนื้อเขียว	9,500 ab	1,200 b	17,600	1,500 b	2,000	3.24	1.79	0.78 ab	0.99 b
Honey Ball	9,300 ab	1,200 b	11,300	1,300 b	1,800	2.37	1.71	1.28 a	0.77 c
F-test	*	*	ns	*	ns	ns	ns	*	*
CV.(%)	12.32	21.71	36.06	17.91	24.61	21.34	22.21	49.39	12.05

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

4. ความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารพืชกับการเจริญเติบโตและคุณภาพของแตงเทศ

4.1 แตงเทศพันธุ์ Jin Yuan

ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม สังกะสี และแมงกานีส มีบทบาทส่งเสริมการเพิ่มความยาวของเถาหลัก ซึ่งธาตุเหล่านี้เมื่ออยู่ในส่วนต้นของแตงเทศพันธุ์ Jin Yuan จะส่งเสริมการดูดใช้ซึ่งกันและกัน แต่เมื่อความยาวเถาหลักและพื้นที่ใบสูงขึ้น จะมีผลทำให้การขยายขนาดของเถาหลักเกิดขึ้นได้น้อย (ตารางที่ 6)

ขนาดผล (ความยาวและความกว้างของผล) และปริมาณโพแทสเซียมในส่วนผล มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักผลและความหนาเนื้อ (ตารางที่ 7) เนื่องจากโพแทสเซียมเป็นธาตุที่มีบทบาทในการเคลื่อนย้ายอาหารที่พืชสังเคราะห์ได้ผ่านท่อลำเลียงอาหาร ไปยังส่วนสะสมอาหาร (Lin *et al.*, 2004) ดังนั้น เมื่อผลของแตงเทศพันธุ์ Jin Yuan มีการสะสมอาหารมากขึ้น จึงมีน้ำหนักผลและความหนาของเนื้อผลสูงขึ้นเช่นกัน เพราะเนื้อผลมีองค์ประกอบเป็นคาร์โบไฮเดรตที่อยู่ในรูปอาหารสะสม เช่น แป้งและน้ำตาลชนิดต่าง ๆ (จริงแท้, 2550) โพแทสเซียมจึงเป็นธาตุที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลแตงเทศด้วยเช่นกัน (ตารางที่ 7)

ความแน่นเนื้อของแตงเทศพันธุ์ Jin Yuan มีความสัมพันธ์กับปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แคลเซียม สังกะสี และทองแดง ซึ่งธาตุเหล่านี้เมื่ออยู่ในส่วนผล จะส่งเสริมการดูดใช้ซึ่งกันและกัน แต่ในผลที่มีความแน่นเนื้อสูง การพัฒนาส่วนเปลือกผลจะเกิดขึ้นได้น้อย (ตารางที่ 7)

4.2 แตงเทศพันธุ์ Rocky Melon เนื้อส้ม

ปริมาณไนโตรเจน โพแทสเซียม และแมงกานีส มีบทบาทส่งเสริมการเพิ่มความยาวเถาหลัก ส่วนปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส เหล็ก สังกะสี และแมงกานีส มีบทบาทส่งเสริมการเพิ่มขนาดของเถาหลัก ซึ่งธาตุเหล่านี้เมื่ออยู่ในส่วนต้นของแตงเทศพันธุ์ Rocky Melon เนื้อส้ม จะ มีบทบาทส่งเสริมการดูดใช้ซึ่งกันและกัน ในขณะที่ความเขียวของใบ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ใช้บ่งชี้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในพืช มีความสัมพันธ์กับปริมาณแคลเซียมและทองแดง (ตารางที่ 8) เนื่องจากแคลเซียมในส่วนต้นของแตงเทศพันธุ์นี้ จะมีบทบาทส่งเสริมการดูดใช้ทองแดง และทองแดงก็มี

บทบาทส่งเสริมการดูดน้ำแมกนีเซียม ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของคลอโรฟิลล์ในส่วนที่มีสีเขียวของพืช (Marchner, 1995)

ขนาดผลและความหนาเนื้อ รวมทั้งปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส เหล็ก สังกะสี และแมงกานีส ซึ่งมีบทบาทส่งเสริมการดูดน้ำซึ่งกันและกันเมื่ออยู่ในผลแตงเทศพันธุ์ Rocky Melon เนื้อส้ม พบว่ามีบทบาทส่งเสริมการเพิ่มน้ำหนักผล แต่ทำให้ความแน่นเนื้อของผลและความกว้างของรกต่ำลง (ตารางที่ 9) ซึ่งแตงเทศพันธุ์นี้มีความกว้างส่วนรกหรือช่องว่างกลางผลสูง (ตารางที่ 3) หากได้รับธาตุในกลุ่มดังกล่าว จะทำให้ส่วนของช่องว่างกลางผลลดลง และมีความหนาเนื้อหรือส่วนที่สามารถบริโภคได้สูงขึ้น

แคลเซียมเป็นธาตุเดียวที่มีบทบาทส่งเสริมการเพิ่มความแน่นเนื้อของผลแตงเทศพันธุ์ Rocky Melon เนื้อส้ม โดยแคลเซียมอาจไปยับยั้งการดูดน้ำธาตุอาหารชนิดอื่น ซึ่งจะมีผลให้น้ำหนักผลต่ำหรือผลมีขนาดเล็กลง เช่นเดียวกับโพแทสเซียม ซึ่งเป็นธาตุเดียวที่มีบทบาทต่อการเพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลแตงเทศพันธุ์นี้ แต่การจัดการธาตุอาหารเพื่อให้มีความหวานสูงขึ้น ไม่สามารถทำได้โดยการเพิ่มปริมาณโพแทสเซียมเพียงอย่างเดียว แต่ต้องลดปริมาณแมกนีเซียมที่จะให้แก่พืชลงด้วย (ตารางที่ 9) เนื่องจากธาตุทั้งสองมีความสัมพันธ์เชิงลบต่อกัน เมื่อปริมาณแมกนีเซียมเพิ่มขึ้น จะมีผลยับยั้งการดูดน้ำโพแทสเซียมของพืช (Fagaria, 2001)

4.3 แตงเทศพันธุ์ Rocky Melon เนื้อเขียว

ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก ทองแดง และแมงกานีสในส่วนต้น มีบทบาทส่งเสริมการเพิ่มความยาวของเถาหลัก ซึ่งธาตุเหล่านี้เมื่ออยู่ในส่วนต้นของแตงเทศพันธุ์ Rocky Melon เนื้อเขียว จะมีบทบาทส่งเสริมการดูดน้ำซึ่งกันและกัน ส่วนปริมาณแคลเซียม และแมกนีเซียม มีบทบาทส่งเสริมการเพิ่มความเขียวของใบ ในขณะที่ปริมาณเหล็กและทองแดง ช่วยส่งเสริมการขยายขนาดของใบ (ตารางที่ 10)

ขนาดของผล ความหนาของเนื้อ และความกว้างส่วนรก มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักของผลแตงเทศพันธุ์ Rocky Melon เนื้อเขียว ในขณะที่ความหนาเปลือก รวมทั้งปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม สังกะสี และทองแดงในส่วนผล ซึ่งส่งเสริมการดูดน้ำซึ่งกันและกัน เมื่อมีอยู่ในปริมาณสูงจะส่งผลให้ ขนาดผล ความหนาเนื้อ และน้ำหนักผลต่ำลง (ตารางที่ 11)

ปริมาณแคลเซียมในผลส่งเสริมการเกิดความแน่นเนื้อของผล แต่จะมีผลให้ความหนาเปลือกต่ำลง โดยแต่งเทศพันธุ์ Rocky Melon เนื้อเขียว เป็นพันธุ์ที่มีความแน่นเนื้อสูงที่สุดในการทดลอง (ตารางที่ 2) แต่ไม่พบว่ามีปริมาณแคลเซียมในส่วนผลสูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ (ตารางที่ 5) เนื่องจากแต่งเทศพันธุ์นี้มีลักษณะเนื้อกรอบ ความแน่นเนื้อจึงขึ้นอยู่กับลักษณะประจำพันธุ์ด้วย ส่วนปริมาณโพแทสเซียมในผลช่วยส่งเสริมการเพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ แต่มีผลทำให้น้ำหนักผล ขนาดผล และความหนาเนื้อต่ำลง (ตารางที่ 11)

4.4 แต่งเทศพันธุ์ Honey Ball

ปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในส่วนต้น ส่งเสริมการเจริญเติบโตทั้งในด้านความยาวของเถาหลักและความเขียวของใบ แต่จะลดลงเมื่อมีปริมาณจุลธาตุมากขึ้น (ตารางที่ 12)

น้ำหนักผล ขนาดผล ความหนาเนื้อ ความหวาน และปริมาณโพแทสเซียมในส่วนผล มีบทบาทส่งเสริมซึ่งกันและกัน เช่นเดียวกับปริมาณโพแทสเซียมที่ส่งเสริมการเพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเนื้อผล (ตารางที่ 13) ดังนั้น เมื่อผลแต่งเทศพันธุ์ Honey Ball มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากขึ้น จึงจะมีความหวานของผลสูงขึ้นด้วยเช่นกัน

ปริมาณไนโตรเจน แคลเซียม และแมงกานีส มีบทบาทส่งเสริมการเกิดความแน่นเนื้อของผลแต่งเทศพันธุ์ Honey Ball โดยปริมาณไนโตรเจนยังช่วยส่งเสริมการดูดใช้แมกนีเซียม เหล็ก และสังกะสี ซึ่งมีบทบาทในการลดการขยายขนาดของช่องว่างกลางผล และยังส่งเสริมการเพิ่มความหนาเปลือกของผล (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 6 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารในส่วนต้นและการเจริญเติบโตของแตงเทศพันธุ์ Jin Yuan

	ความยาว เถา	ขนาดเถา	ความเขียวของใบ	พื้นที่ใบ	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
ความยาวเถา	1.00												
ขนาดเถา	-0.92*	1.00											
ความเขียวของใบ	-0.36	0.62	1.00										
พื้นที่ใบ	0.87*	-0.98**	-0.75	1.00									
N	0.90*	-0.64	0.00	0.57	1.00								
P	0.85*	-0.58	0.03	0.51	0.99**	1.00							
K	0.85*	-0.57	0.06	0.49	1.00**	1.00**	1.00						
Ca	0.89*	-0.57	-0.14	0.62	0.98**	0.98**	0.98**	1.00					
Mg	0.85*	-0.66	0.03	0.51	0.99**	1.00**	1.00**	0.98**	1.00				
Fe	-0.37	0.61	0.23	-0.52	-0.04	0.05	0.05	0.06	0.08	1.00			
Zn	0.85*	-0.77	-0.61	0.82*	0.77	0.74	0.74	0.86*	0.76	-0.04	1.00		
Cu	-0.08	0.35	0.11	-0.26	0.24	0.31	0.31	0.35	0.34	0.95*	0.32	1.00	
Mn	0.91*	-0.68	-0.10	0.63	0.99**	0.99**	0.99**	0.99**	0.99**	-0.01	0.27	0.83*	1.00

หมายเหตุ * มีความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** มีความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 7 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารในส่วนผลและคุณภาพของแตงเทศพันธุ์ Jin Yuan

	น้ำหนัก ผล	ความ แน่น เนื้อ	ความ ยาวผล	ความ กว้างผล	ความ หนา เปลือก	ความ หนาเนื้อ	ความ กว้างรก	TSS ^{1/}	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
น้ำหนักผล	1.00																
ความแน่นเนื้อ	-0.50	1.00															
ความยาวผล	0.92**	-0.32	1.00														
ความกว้างผล	0.71	-0.36	0.40	1.00													
ความหนาเปลือก	0.63	-0.93**	0.35	0.67	1.00												
ความหนาเนื้อ	1.00	-0.53	0.88*	0.76*	0.67	1.00											
ความกว้างรก	-0.05	-0.65	-0.40	0.40	0.72	0.02	1.00										
TSS ^{1/}	0.75	0.19	0.83*	0.48	-0.02	0.72	-0.60	1.00									
N	-0.44	0.92*	-0.41	-0.03	-0.73	-0.44	-0.36	0.17	1.00								
P	-0.27	0.80*	-0.33	0.22	-0.53	-0.26	-0.22	0.25	0.97**	1.00							
K	0.99**	-0.47	0.97**	0.59	0.55	0.97**	-0.17	0.77*	-0.47	-0.34	1.00						
Ca	-0.67	0.95**	-0.57	-0.33	-0.86*	-0.68	-0.40	-0.05	0.95**	0.85*	-0.67	1.00					
Mg	0.03	-0.20	-0.36	0.70	0.48	0.10	0.78*	-0.21	0.19	0.40	-0.14	0.02	1.00				
Fe	0.50	0.39	0.43	0.67	-0.08	0.50	-0.34	0.83*	0.56	0.69	0.45	0.29	0.27	1.00			
Zn	-0.15	0.93**	0.12	-0.05	-0.79*	-0.18	-0.75*	0.54	0.87*	0.76	-0.12	0.81*	-0.21	0.67	1.00		
Cu	-0.06	0.89*	0.02	-0.09	-0.75*	-0.09	-0.79*	0.62	0.82*	0.80*	-0.02	0.75	-0.24	0.71	1.00**	1.00	
Mn	0.07	0.73	0.06	0.37	-0.44	0.07	-0.42	0.61	0.86*	0.92**	0.03	0.68	0.24	0.90**	0.87*	0.88*	1.00

หมายเหตุ ^{1/}Total Soluble Solids ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

* มีความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%, ** มีความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางที่ 8 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารในส่วนต้นและการเจริญเติบโตของแตงเทศพันธุ์ Rocky Melon เนื้อส้ม

	ความยาว เถา	ขนาดเถา	ความเขียวของใบ	พื้นที่ใบ	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
ความยาวเถา	1.00												
ขนาดเถา	0.64	1.00											
ความเขียวของใบ	-0.14	-0.16	1.00										
พื้นที่ใบ	0.68	0.04	0.47	1.00									
N	0.81*	0.95*	-0.35	0.16	1.00								
P	0.68	0.98**	0.05	0.08	0.87*	1.00							
K	0.99**	0.68	-0.25	0.59	0.85*	0.59	1.00						
Ca	0.47	0.33	0.80*	0.76	0.24	0.48	0.37	1.00					
Mg	0.27	0.66	0.61	0.23	0.44	0.81*	0.21	0.79	1.00				
Fe	0.24	0.87*	-0.39	-0.46	0.77	0.82*	0.31	-0.09	0.46	1.00			
Zn	0.77	0.83*	0.31	0.53	0.78	0.89*	0.73	0.78	0.82*	0.48	1.00		
Cu	0.41	0.37	0.82*	0.68	0.25	0.53	0.31	0.99**	0.85*	-0.01	0.79	1.00	
Mn	0.82*	0.93*	0.08	0.41	0.91*	0.93*	0.81*	0.62	0.73	0.62	0.63	0.97**	1.00

หมายเหตุ * มีความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** มีความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 9 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารในส่วนผลและคุณภาพของแตงเทศพันธุ์ Rocky Melon เนื้อส้ม

	น้ำหนัก ผล	ความ แน่น เนื้อ	ความ ยาวผล	ความ กว้าง ผล	ความ หนา เปลือก	ความ หนา เนื้อ	ความ กว้างรก	TSS ^{1/}	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
น้ำหนักผล	1.00																
ความแน่นเนื้อ	-0.82*	1.00															
ความยาวผล	0.88*	-0.53	1.00														
ความกว้างผล	0.97**	-0.89*	0.75	1.00													
ความหนาเปลือก	-0.63	0.62	-0.77	-0.52	1.00												
ความหนาเนื้อ	0.85*	-0.54	0.99**	0.71	-0.83*	1.00											
ความกว้างรก	-0.99**	0.75	-0.94*	-0.93*	0.68	-0.91*	1.00										
TSS ^{1/}	-0.43	0.29	-0.09	-0.55	-0.43	0.01	0.35	1.00									
N	0.93*	-0.86*	0.88*	0.88*	-0.86*	0.89*	-0.94*	-0.10	1.00								
P	0.91*	-0.93*	0.78	0.89*	-0.83*	0.80*	-0.89*	-0.12	0.99**	1.00							
K	-0.60	0.29	-0.37	-0.65	-0.23	-0.27	0.55	0.94*	-0.27	-0.24	1.00						
Ca	-0.52	0.91*	-0.23	-0.62	0.58	-0.27	0.44	0.01	-0.67	-0.79	-0.08	1.00					
Mg	0.77	-0.65	0.44	0.86*	-0.01	0.36	-0.70	-0.90*	0.53	0.54	-0.91*	-0.34	1.00				
Fe	0.95*	-0.95*	0.70	0.98**	-0.59	0.68	-0.90*	-0.44	0.91*	0.94*	-0.51	-0.75	0.79	1.00			
Zn	0.89*	-0.99**	0.65	0.93*	-0.67	0.11	-0.84*	-0.31	0.92*	0.97**	-0.35	-0.85*	0.68	0.98**	1.00		
Cu	0.53	-0.89*	0.11	0.69	-0.26	0.65	-0.42	-0.40	0.54	0.67	-0.25	-0.91*	0.61	0.78	0.82*	1.00	
Mn	0.93*	-0.96**	0.66	0.98**	-0.55	0.64	-0.87*	-0.47	0.89*	0.93*	-0.53	-0.76	0.81*	1.00**	0.81*	0.98**	1.00

หมายเหตุ ^{1/}Total Soluble Solids ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

* มีความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%, ** มีความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางที่ 10 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารในส่วนต้นและการเจริญเติบโตของแตงเทศพันธุ์ Rocky Melon เนื้อเขียว

	ความยาว เถา	ขนาดเถา	ความเขียวของใบ	พื้นที่ใบ	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
ความยาวเถา	1.00												
ขนาดเถา	0.61	1.00											
ความเขียวของใบ	0.71	0.81*	1.00										
พื้นที่ใบ	0.52	-0.03	0.54	1.00									
N	0.72	0.32	0.08	-0.06	1.00								
P	0.58	0.70	0.26	-0.39	0.82*	1.00							
K	0.93*	0.42	0.40	0.32	0.91*	0.69	1.00						
Ca	0.91*	0.73	0.93*	0.64	0.39	0.39	0.69	1.00					
Mg	0.96**	0.75	0.88*	0.56	0.51	0.50	0.78	0.99**	1.00				
Fe	0.80*	0.11	0.53	0.89*	0.39	0.00	0.71	0.76	0.74	1.00			
Zn	0.70	-0.13	0.17	0.68	0.60	0.09	0.78	0.49	0.53	0.90*	1.00		
Cu	0.89*	0.34	0.71	0.85*	0.41	0.14	0.74	0.89*	0.88*	0.97**	0.81*	1.00	
Mn	0.94*	0.31	0.54	0.68	0.68	0.36	0.91*	0.81*	0.85*	0.93*	0.94*	0.90*	1.00

หมายเหตุ * มีความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** มีความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 11 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารในส่วนผลและคุณภาพของแตงเทศพันธุ์ Rocky Melon เนื้อเขียว

	น้ำหนัก ผล	ความ แน่น เนื้อ	ความ ยาวผล	ความ กว้าง ผล	ความ หนา เปลือก	ความ หนา เนื้อ	ความ กว้างรก	TSS ^{1/}	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
น้ำหนักผล	1.00																
ความแน่นเนื้อ	0.76	1.00															
ความยาวผล	0.87*	0.77	1.00														
ความกว้างผล	0.75	0.15	0.53	1.00													
ความหนาเปลือก	-0.80*	-0.94*	-0.92*	-0.24	1.00												
ความหนาเนื้อ	0.99**	0.70	0.89*	0.80*	-0.77	1.00											
ความกว้างรก	-0.87*	-0.76	-1.00**	-0.53	0.91*	-0.89*	1.00										
TSS ^{1/}	-0.64	-0.37	-0.87*	-0.57	0.64	-0.71	0.88*	1.00									
N	-0.92*	-0.53	-0.62	-0.87*	0.51	-0.91*	0.62	0.41	1.00								
P	-0.99**	-0.67	-0.79	-0.83*	0.69	-0.98**	0.79	0.54	0.97**	1.00							
K	-0.95**	-0.65	-0.94*	-0.79	0.78	-0.98**	0.94*	0.84*	0.83	0.93*	1.00						
Ca	0.56	0.96**	0.61	-0.13	-0.87*	0.48	-0.59	-0.19	-0.30	-0.45	-0.42	1.00					
Mg	-0.76	-0.60	-0.37	-0.58	0.43	-0.70	0.36	0.00	0.89*	0.82*	0.55	-0.47	1.00				
Fe	-0.79	-0.26	-0.46	-0.96**	0.26	-0.81*	0.47	0.38	0.95*	0.88*	0.74	0.00	0.78	1.00			
Zn	-0.92*	-0.49	-0.66	-0.92*	0.50	-0.93*	0.66	0.51	0.99**	0.93*	0.87*	-0.24	0.82*	0.97**	1.00		
Cu	-0.86*	-0.38	-0.56	-0.94*	0.38	-0.87*	0.56	0.43	0.98**	0.97**	0.81*	-0.13	0.82*	0.99**	0.99**	1.00	
Mn	-0.79	-0.22	-0.52	-0.99**	0.27	-0.82*	0.52	0.48	0.93*	0.87*	0.78	0.04	0.70	0.99**	0.98**	0.96**	1.00

หมายเหตุ ^{1/}Total Soluble Solids ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

* มีความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%, ** มีความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางที่ 12 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารในส่วนต้นและการเจริญเติบโตของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball

	ความยาว เถา	ขนาดเถา	ความเขียวของใบ	พื้นที่ใบ	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
ความยาวเถา	1.00												
ขนาดเถา	-0.95**	1.00											
ความเขียวของใบ	0.94*	-0.83*	1.00										
พื้นที่ใบ	0.18	-0.31	0.24	1.00									
N	0.84*	-0.64	0.94*	-0.02	1.00								
P	0.85*	-0.78	0.94*	0.54	0.82*	1.00							
K	0.65	-0.45	0.86*	0.28	0.90*	0.87*	1.00						
Ca	0.56	-0.39	0.79	0.47	0.78	0.88*	0.97**	1.00					
Mg	-0.03	0.32	0.26	-0.29	0.52	0.19	0.64	0.58	1.00				
Fe	-0.85*	0.96**	-0.73	-0.55	-0.47	-0.77	-0.37	-0.39	0.46	1.00			
Zn	-0.47	0.61	-0.16	0.24	-0.03	0.02	0.36	0.47	0.70	0.53	1.00		
Cu	-0.77	0.87*	-0.52	0.03	-0.36	-0.37	-0.01	0.09	0.56	0.79	0.92*	1.00	
Mn	-0.82*	0.95**	-0.63	-0.37	-0.38	-0.61	-0.18	-0.16	0.59	0.96**	0.91*	0.74	1.00

หมายเหตุ * มีความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** มีความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 13 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารในส่วนผลและคุณภาพของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball

	น้ำหนัก ผล	ความ แน่น เนื้อ	ความ ยาวผล	ความ กว้าง ผล	ความ หนา เปลือก	ความ หนา เนื้อ	ความ กว้างรก	TSS ^{1/}	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
น้ำหนักผล	1.00																
ความแน่นเนื้อ	-0.38	1.00															
ความยาวผล	0.95**	-0.64	1.00														
ความกว้างผล	0.99**	-0.44	0.95**	1.00													
ความหนาเปลือก	-0.04	0.18	-0.01	-0.15	1.00												
ความหนาเนื้อ	0.99**	-0.47	0.98**	0.99**	-0.01	1.00											
ความกว้างรก	0.48	-0.72	0.58	0.58	-0.77	0.51	1.00										
TSS ^{1/}	0.97*	-0.18	0.85*	0.96**	-0.15	0.93*	0.45	1.00									
N	-0.12	0.80*	-0.32	-0.23	0.71	-0.18	-0.90*	-0.04	1.00								
P	0.43	-0.62	0.62	0.39	0.64	0.52	0.00	0.20	-0.03	1.00							
K	0.96**	-0.59	0.99**	0.95**	0.08	0.98**	0.49	0.85*	-0.22	0.65	1.00						
Ca	-0.57	0.93*	-0.80*	-0.59	-0.13	-0.66	-0.53	-0.36	0.53	-0.85*	-0.78	1.00					
Mg	-0.17	0.39	-0.20	-0.29	0.97**	-0.16	-0.89*	-0.24	0.83*	0.44	-0.10	0.11	1.00				
Fe	-0.04	0.60	-0.17	-0.16	0.87*	-0.07	-0.89*	-0.03	0.96**	0.25	-0.07	0.28	0.94**	1.00			
Zn	0.45	0.41	0.28	0.34	0.72	0.41	-0.57	0.46	0.82*	0.37	0.38	0.04	0.73	0.87*	1.00		
Cu	0.61	0.23	0.48	0.51	0.67	0.59	-0.40	0.60	0.68	0.47	0.56	-0.14	0.63	0.77	0.98**	1.00	
Mn	-0.50	0.97**	-0.72	-0.58	0.35	-0.58	-0.85*	-0.35	0.85*	-0.50	-0.66	0.88*	0.56	0.70	0.23	0.42	1.00

หมายเหตุ ^{1/}Total Soluble Solids ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

* มีความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%, ** มีความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

จากผลการวิเคราะห์การเจริญเติบโต คุณภาพ และปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในส่วนต้น และผล พบว่า แดงเทศทั้ง 4 พันธุ์มีความต้องการธาตุอาหารแตกต่างกัน และเป็นความสัมพันธ์ที่เกิดจากปริมาณธาตุอาหารกับลักษณะประจำพันธุ์ โดยไม่มีปัจจัยอื่น ๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง เนื่องจากแดงเทศทั้ง 4 พันธุ์ได้รับธาตุอาหารในปริมาณเท่ากันและมีการเจริญเติบโตภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกัน จะเห็นได้ว่าธาตุอาหารแต่ละชนิดมีบทบาทต่างกันในแต่ละพันธุ์ ซึ่งเป็นผลจากลักษณะประจำพันธุ์ที่แตกต่างกัน

ปริมาณโพแทสเซียมในผล มีบทบาทส่งเสริมการเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ซึ่งเป็นค่าที่ใช้บ่งบอกระดับความหวานของผลแดงเทศ โดยพบความสัมพันธ์ในแดงเทศทั้ง 4 พันธุ์ และสอดคล้องกับข้อมูลด้านคุณภาพ คือ แดงเทศพันธุ์ Jin Yuan, Rocky Melon เนื้อส้ม และ Rocky Melon เนื้อเขียว มีปริมาณโพแทสเซียมในส่วนผลประมาณ 17,200-19,900 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ประมาณ 12 องศาบริกซ์ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ Honey Ball ที่มีปริมาณโพแทสเซียม 11,300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ประมาณ 8 องศาบริกซ์ (ตารางที่ 3 และ 5)

ปริมาณแคลเซียมมีบทบาทส่งเสริมการเกิดความแน่นเนื้อของผล โดยพบความสัมพันธ์ในแดงเทศทั้ง 4 พันธุ์เช่นกัน แต่ระดับความแน่นเนื้อของผลยังได้รับอิทธิพลจากธาตุอาหารชนิดอื่นร่วมด้วย โดยเมื่อพิจารณาจากข้อมูลด้านคุณภาพแล้ว จะพบว่าแดงเทศพันธุ์ Rocky Melon เนื้อเขียว ที่มีความแน่นเนื้อประมาณ 105.8 นิวตัน มีปริมาณแคลเซียมในส่วนผลต่ำกว่าพันธุ์ Jin Yuan และ Rocky Melon เนื้อส้ม ที่มีความแน่นเนื้อต่ำกว่ามาก (52.1 และ 49.4 นิวตัน ตามลำดับ) โดยมีปริมาณแคลเซียมใกล้เคียงกับพันธุ์ Honey Ball ที่มีความแน่นเนื้อต่ำที่สุด (ตารางที่ 2 และ 5) ดังนั้น ความแน่นเนื้อของผลแดงเทศจึงขึ้นอยู่กับลักษณะประจำพันธุ์เป็นสำคัญ

ดังนั้นในการจัดการธาตุอาหารเพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของแดงเทศทั้ง 4 พันธุ์ ในระยะแรกจึงควรเพิ่มปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม เพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตทางลำต้น จากนั้นจึงลดปริมาณลง แต่เพิ่มปริมาณโพแทสเซียมและแคลเซียมให้สูงขึ้นในระยะที่มีการพัฒนาของผล เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพสูงขึ้น

5. สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อดินที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นดินเหนียว (clay) ซึ่งประกอบด้วยสัดส่วนของทราย (sand) 17.82% ซิลต์ (silt) 24.00% และดินเหนียว (clay) 58.18% (ตารางที่ 14) มีปฏิกิริยาของดินเป็นกรดแก่ (pH 5.1) มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ (7.5%) ปริมาณไนโตรเจนต่ำมาก (94.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ส่วนปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี ทองแดง และแมงกานีส อยู่ในระดับที่สูงมาก (ตารางที่ 15) (Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973; Marx *et al.*, 1999)

ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง พืชจะได้รับธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมี คิดเป็นปริมาณ N-P₂O₅-K₂O เท่ากับ 2,300 1,840 และ 3,380 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองพบว่า สมบัติทางเคมีของดินไม่แตกต่างจากดินก่อนการทดลองมากนัก ยกเว้นปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและสังกะสี ที่สูงขึ้นหลังเสร็จสิ้นการทดลอง (ตารางที่ 15) เนื่องจากปฏิกิริยาของดินเป็นกรดแก่ ทำให้ฟอสฟอรัสอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช (ยงยุทธ, 2552x; Lucas and Davis, 1961) และความเป็นประโยชน์ของโพแทสเซียมจะลดลงเมื่อความชื้นในดินต่ำ (วิจิตร, 2552) ซึ่งเป็นผลจากการรดให้น้ำแก่แปลงทดสอบในระยะก่อนเก็บเกี่ยว เพื่อให้ผลมีการสะสมน้ำตาล ส่วนสังกะสี ตกค้างในดิน เนื่องจากเนื้อดินที่ใช้ในการทดลองเป็นดินเหนียว ทำให้ไอออนของสังกะสีถูกดูดซับไว้โดยอนุภาคดินเหนียว มากกว่าที่จะละลายสู่สารละลายดินในรูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ (Troeh and Thompson, 2005) ในขณะที่ธาตุอื่น ๆ ตกค้างอยู่ในดินในปริมาณที่ไม่แตกต่างจากดินก่อนปลูกมากนัก

ตารางที่ 14 สมบัติทางกายภาพของดินที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อดิน	สัดส่วนของอนุภาค (%)		
	sand	silt	clay
ดินเหนียว (clay)	17.82	24.00	58.18

ตารางที่ 15 สมบัติทางเคมีของดินก่อนและหลังการทดลอง

สมบัติทางเคมี	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
pH (1:1)	5.1	5.3
organic matter (%)	7.5	7.5
N (mg/kg)	94.5	97.3
P (mg/kg)	95.8	129.0
K (mg/kg)	241.6	313.5
Ca (mg/kg)	2747.5	2685.0
Mg (mg/kg)	380.1	378.1
Fe (mg/kg)	145.7	142.0
Zn (mg/kg)	1.7	2.3
Cu (mg/kg)	2.3	2.5
Mn (mg/kg)	28.4	28.5

ลักษณะสำคัญของผลแดงเขตที่ตลาดต้องการ คือ มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ไม่น้อยกว่า 12 องศาบริกซ์ ส่วนความแน่นเนื้อจะขึ้นอยู่กับพันธุ์ (ค่านึง, 2531; นิพนธ์, 2544) จากการทดลองนี้ ยังพบว่าปริมาณธาตุอาหารที่สะสมไว้ในส่วนต่าง ๆ อาจเป็นปริมาณที่น้อยที่สุดที่พืชต้องการสำหรับการให้ผลผลิต โดยแดงเขตพันธุ์ Jin Yuan, Rocky Melon เนื้อส้ม และ Rocky Melon เนื้อเขียว มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ประมาณ 11.9-12.6 องศาบริกซ์ (ตารางที่ 3) ใกล้เคียงกับระดับที่ตลาดต้องการ ส่วนผลแดงเขตพันธุ์ Honey Ball ซึ่งมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เท่ากับ 8.3 องศาบริกซ์ เป็นระดับที่ต่ำกว่าความต้องการของตลาด จึงอาจเป็นผลเนื่องมาจากได้รับธาตุอาหารต่าง ๆ ในปริมาณที่ไม่เหมาะสม หรือเป็นผลจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากมีฝนตกตั้งแต่ระยะ 30 วันหลังเพาะเมล็ด ทำให้ความชื้นในดินและอากาศสูง (ภาพผนวกที่ 2) ซึ่งเป็นระยะที่ผลกำลังพัฒนา จึงมีความเป็นไปได้ที่แดงเขตพันธุ์ Honey Ball จะเป็นพันธุ์ที่ไม่ทนทานต่อสภาพความชื้นในดินสูง ซึ่งมีแนวโน้มที่จะเกิดอาการผิดปกติของผล เช่นเดียวกับที่พบในแปลงของเกษตรกรระหว่างการปลูกในช่วงฤดูฝน โดยอาการผิดปกติที่พบคือ water-soaking disorder ซึ่งเกิดจากปริมาณแคลเซียมที่ได้รับไม่เพียงพอต่อความต้องการ สำหรับใช้ในการพัฒนาผล (Carpita and Gibeaut, 1993)

การทดลองที่ 2 ผลของความชื้นในดินและปริมาณแคลเซียมต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball

การผลิตแตงเทศในฤดูฝนมักประสบปัญหาคุณภาพผลลดลง พบอาการช้ำน้ำและไส้ลัม ซึ่งเป็นลักษณะที่เกิดในส่วนเนื้อผล และไม่สามารถตรวจสอบได้จากภายนอก โดยอาจมีสาเหตุมาจากความชื้นในดินที่สูงขึ้น ทำให้เกิดความผิดปกติทางสรีรวิทยาที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแคลเซียมที่เคลื่อนย้ายเข้าสู่ผล กับปริมาณแคลเซียมที่ผลต้องการใช้ในการพัฒนา จึงทำให้ผลแตงเทศสูญเสียความแน่นเนื้อและมีความหวานต่ำ โดยอาการผิดปกตินี้เรียกว่า water-soaking disorder พบมากในแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ซึ่งไม่ทนทานต่อระดับความชื้นในดินที่สูงขึ้น จึงได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในดินและปริมาณแคลเซียมต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ซึ่งเป็นพันธุ์ผิวเรียบ (honeydew) ผลสีเขียวครีม เนื้อสีเขียว ณ แปลงทดลองภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 โดยควบคุมความชื้นในดินตั้งแต่ระยะที่ดอกเพศเมียบานจนถึงระยะเก็บเกี่ยว (30-60 วันหลังเพาะเมล็ด) และฉีดพ่นสารละลายธาตุแคลเซียมทางใบ ในรูปแคลเซียมไนเตรต ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) จำนวน 2 ครั้ง หลังจากเริ่มควบคุมระดับความชื้นของดินเป็นเวลา 10 และ 17 วัน ผลปรากฏดังนี้

1. การเจริญเติบโต

1.1 ความยาวและขนาดของเถาหลัก

ความยาวและขนาดของเถาหลัก ในระยะที่แตงเทศมีใบจริง 25 ใบ (40 วันหลังเพาะเมล็ด) พบว่า ระดับความชื้นของดินที่แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อความยาวและขนาดของเถาหลัก โดยมีความยาวเถาหลักประมาณ 109.0-111.3 เซนติเมตร และมีขนาดเถาประมาณ 10.5 มิลลิเมตร (ตารางที่ 16) เนื่องจากการเจริญเติบโตทางลำต้นของแตงเทศถูกจำกัดโดยการเด็ดยอดและตัดแต่งเถา แตงเทศทุกต้นจึงมีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกัน แม้ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงระดับความชื้นของดินในระยะก่อนการตัดแต่ง แต่การเด็ดยอดและตัดแต่งเถาจะเป็นการตัดส่วนของเนื้อเยื่อเจริญ ส่วนที่เหลืออยู่จึงไม่มีการแบ่งเซลล์เพิ่มขึ้นอีก แต่อาจมีการขยายขนาดของเซลล์เกิดขึ้นได้เล็กน้อย (พูนพิภพ, 2549) เช่นเดียวกับความเข้มข้นของแคลเซียม ที่ไม่มีผลต่อความยาวและขนาดของเถาหลัก

ระดับความชื้นของดินและความเข้มข้นของแคลเซียมที่ใช้ ไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อความยาวและขนาดของเกาหลักในระยะเวลาที่แตกเทศมีใบจริง 25 ใบ (ตารางที่ 16)

1.2 ความเขียวของใบ

ความชื้นของดินไม่มีผลต่อความเขียวของใบ โดยมีความเขียวของใบประมาณ 39.1-40.0 SPAD unit เช่นเดียวกับความเข้มข้นของแคลเซียม ที่ไม่มีผลต่อความเขียวของใบ (ตารางที่ 16) ซึ่งเป็นปัจจัยที่สามารถบ่งชี้ถึงปริมาณคลอโรฟิลล์ รวมทั้งปริมาณไนโตรเจนและแมกนีเซียมที่เป็นองค์ประกอบหลักของคลอโรฟิลล์ในส่วนที่มีสีเขียวของพืชได้ (Marchner, 1995) และความเข้มข้นของแคลเซียมที่ให้อยู่ในระดับที่พอเหมาะ จึงไม่มีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ แม้ว่าแคลเซียมจะมีความสัมพันธ์เชิงลบกับแมกนีเซียม แต่ก็เป็นความสัมพันธ์ในแง่ของการดูดใช้และการเคลื่อนย้ายภายในพืช (ยงยุทธ, 2552ช; Fagaria, 2001)

ระดับความชื้นของดินและความเข้มข้นของแคลเซียมที่ใช้ฉีดพ่น ไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อความเขียวของใบในระยะเวลาที่แตกเทศมีใบจริง 25 ใบ (ตารางที่ 16)

1.3 พื้นที่ใบ

ระดับความชื้นของดินไม่มีผลต่อพื้นที่ใบ โดยมีพื้นที่ใบประมาณ 234.6-236.9 ตารางเซนติเมตร (ตารางที่ 16) เนื่องจากขนาดของใบขึ้นอยู่กับการขยายขนาดของเซลล์บนใบ ในสภาพที่ระดับความชื้นของดินต่ำ จึงอาจทำให้การขยายขนาดของใบลดลงเล็กน้อยในระยะแรก (พูนพิภพ, 2549) แต่ในต้นที่มีการเจริญเติบโตสมบูรณ์ การเด็ดยอดจึงมีผลให้ขนาดของใบทุกตำแหน่งบนเกาหลักมีขนาดใกล้เคียงกัน (นิพนธ์, 2544) เช่นเดียวกับความเข้มข้นของแคลเซียม ที่ไม่มีผลต่อพื้นที่ใบ

ระดับความชื้นของดินและความเข้มข้นของแคลเซียมที่ใช้ ไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อพื้นที่ใบในระยะเวลาที่แตกเทศมีใบจริง 25 ใบ (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 ความยาวเถาหลัก ขนาดเถาหลัก ความเขียวของใบ และพื้นที่ใบของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ในระยะที่มีใบจริง 25 ใบ (40 วันหลังเพาะเมล็ด)

ปัจจัย	ความยาว เถาหลัก (ซม.)	ขนาดเถาหลัก (มม.)	ความเขียว ของใบ (SPAD unit)	พื้นที่ใบ (ตร.ซม.)
ระดับความชื้นของดิน (A)				
0 kPa	109.9	10.5	39.0	236.9
-15 kPa	111.3	10.5	40.0	235.2
-30 kPa	110.3	10.5	39.1	234.6
t-test	ns	ns	ns	ns
ปริมาณแคลเซียม (B)				
0 ppm	111.9	10.5	39.8	237.1
2,500 ppm	110.7	10.6	39.2	236.9
7,500 ppm	109.8	10.5	38.8	235.4
10,000 ppm	109.7	10.5	40.3	232.9
F-test	ns	ns	ns	ns
A x B	ns	ns	ns	ns
CV.(%)	5.23	11.05	4.37	2.24

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี LSD และ DMRT
ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

2. คุณภาพผลผลิต

เก็บเกี่ยวผลแดงเทศพันธุ์ Honey Ball เมื่ออายุ 60 วันหลังเพาะเมล็ด แล้วนำมาตรวจสอบคุณภาพผลผลิต ดังนี้

2.1 น้ำหนักผล

ความชื้นของดินมีผลทำให้น้ำหนักของผลแดงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแดงเทศที่เจริญในดินที่มีระดับความชื้น 0 kPa มีน้ำหนักผลเฉลี่ยสูงสุด 1.30 กิโลกรัมต่อผล รองลงมาคือที่ระดับความชื้น -15 และ -30 kPa โดยมีน้ำหนักผลเฉลี่ย 1.25 และ 1.21 กิโลกรัมต่อผล ตามลำดับ (ตารางที่ 17) เนื่องจากระดับความชื้นของดินที่สูงขึ้น มีผลให้อัตราการคายน้ำและการสังเคราะห์แสงสูงขึ้น จึงทำให้ส่วนผลเกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและสะสมน้ำไว้ในเนื้อเยื่อเป็นปริมาณมาก (McCann *et al.*, 2007)

ความเข้มข้นของแคลเซียมที่ใช้ฉีดพ่น ทำให้น้ำหนักของผลแดงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่า น้ำหนักผลต่ำที่สุดเมื่อได้รับแคลเซียม 10,000 ppm จะมีน้ำหนักผลเฉลี่ย 1.18 กิโลกรัมต่อผล (ตารางที่ 17) ในขณะที่แคลเซียม 7,500 2,500 และ 0 ppm ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนน้ำหนักผลที่ลดลงเมื่อได้รับแคลเซียมความเข้มข้น 10,000 ppm เป็นผลจากการได้รับแคลเซียมมากเกินไป ซึ่งในผลแดงเทศพันธุ์ Honey Ball พบว่าปริมาณแคลเซียมมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับขนาดของผล (ตารางที่ 13) เมื่อปริมาณแคลเซียมเพิ่มสูงขึ้น จึงมีผลให้ขนาดและน้ำหนักของผลต่ำลงเช่นกัน

ระดับความชื้นของดินและความเข้มข้นของแคลเซียมที่ใช้ มีอิทธิพลร่วมกันต่อน้ำหนักผลในระยะเก็บเกี่ยว (60 วันหลังเพาะเมล็ด) โดยผลผลิตจะมีน้ำหนักต่อผลเฉลี่ยสูงสุด 1.40 กิโลกรัมต่อผล เมื่อเจริญเติบโตที่ระดับความชื้นของดิน -15 kPa ร่วมกับแคลเซียม 2,500 ppm หรือมีน้ำหนักต่อผลเฉลี่ย 1.38 กิโลกรัมต่อผล ที่ระดับความชื้น -30 kPa ร่วมกับแคลเซียม 7,500 ppm (ภาพที่ 1) เนื่องจากในดินที่มีระดับความชื้นเหมาะสม พืชจะมีการคายน้ำและสังเคราะห์แสงมาก ทำให้อัตราการพัฒนาผลสูงขึ้น ในขณะที่เดียวกันความเข้มข้นของแคลเซียมที่เหมาะสมยังช่วยรักษาเสถียรภาพของเนื้อเยื่อและความสมบูรณ์ของเซลล์ ดังนั้น เมื่อเยื่อหุ้มเซลล์มี

สภาพเหมาะสม จึงเกิดการขยายขนาดและการสะสมอาหารมากขึ้น ทำให้น้ำหนักผลเพิ่มขึ้น (Pilbeam and Morley, 2007)

2.2 ความแน่นเนื้อของผล

ความชื้นของดินมีผลทำให้ความแน่นเนื้อของผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ คือ แดงเทศที่เจริญในดินที่มีระดับความชื้น -15 kPa มีความแน่นเนื้อของผลสูงที่สุดเท่ากับ 50.8 นิวตัน รองลงมาคือที่ระดับความชื้น 0 และ -30 kPa โดยมีความแน่นเนื้อของผลเท่ากับ 41.9 และ 40.6 นิวตัน ตามลำดับ (ตารางที่ 17) เนื่องจากในดินที่มีระดับความชื้น 0 kPa จะทำให้ดินอยู่ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน ซึ่งจะยับยั้งการดูดธาตุอาหารของรากและการเคลื่อนย้ายธาตุอาหาร หรืออาจชะล้างธาตุอาหารในดินออกไปจากบริเวณรากพืช ส่งผลต่อการพัฒนาของส่วนผล (Kozlowski, 1984) ส่วนดินมีระดับความชื้น -30 kPa ซึ่งต่ำกว่าระดับความชื้นที่เหมาะสม จะส่งผลให้น้ำในเนื้อเยื่อพืชลดลง เซลล์จะหดตัวและผนังเซลล์เกิดการคลายตัว เยื่อหุ้มเซลล์จะหนาและแน่นขึ้นจากการที่เซลล์มีพื้นที่ผิวลดลง (พูนพิภพ, 2549)

ส่วนความเข้มข้นของแคลเซียมที่ใช้ฉีดพ่นทางใบ มีผลทำให้ความแน่นเนื้อของผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ คือ แดงเทศที่ได้รับแคลเซียม $10,000$ ppm มีความแน่นเนื้อของผลสูงที่สุดเท่ากับ 60.2 นิวตัน รองลงมาคือแคลเซียม $7,500$ $2,500$ และ 0 ppm ซึ่งมีความแน่นเนื้อของผลเท่ากับ 45.0 , 40.8 และ 31.7 นิวตัน ตามลำดับ (ตารางที่ 17) เนื่องจากแคลเซียมมีความสัมพันธ์โดยตรงต่อความแน่นเนื้อของผลแดงเทศพันธุ์ Honey Ball (ตารางที่ 13) เมื่อมีปริมาณแคลเซียมสูงขึ้น จึงส่งผลให้ความแน่นเนื้อสูงขึ้นเช่นกัน

ระดับความชื้นของดินและความเข้มข้นของแคลเซียม มีอิทธิพลร่วมกันต่อความแน่นเนื้อของผลแดงเทศในระยะเก็บเกี่ยว ซึ่งแดงเทศที่เจริญในดินที่มีระดับความชื้น -15 kPa ร่วมกับแคลเซียม $10,000$ ppm จะมีความแน่นเนื้อของผลสูงที่สุด (ภาพที่ 2) เนื่องจากระดับความชื้น 0 kPa ส่งผลให้อัตราการดูดน้ำและการคายน้ำ รวมทั้งปริมาณน้ำในเนื้อเยื่อพืชสูงขึ้น ส่งผลให้การเสื่อมสภาพของผนังเซลล์เกิดได้เร็วขึ้น (Bangerth, 1979) ส่วนที่ระดับความชื้น -30 kPa ทำให้อัตราการดูดและคายน้ำของพืชลดลง ส่วนผลจึงได้รับแคลเซียมไม่เพียงพอต่อการพัฒนา ดังนั้นแคลเซียมที่ได้รับจากการฉีดพ่น จึงช่วยเสริมโครงสร้างของผนังเซลล์ที่ขาดแคลเซียม

และเกิดการเสื่อมสภาพ ทำให้เซลล์แข็งแรงและผลมีความแน่นเนื้อสูงขึ้นตามระดับความเข้มข้นของแคลเซียมที่ได้รับ (ภาพที่ 2)

2.3 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

ระดับความชื้นของดินมีผลให้ความหวานของผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยแต่งเทศที่เจริญในดินที่มีระดับความชื้น -30 kPa มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงที่สุด เท่ากับ 9.5 องศาบริกซ์ รองลงมาคือที่ระดับความชื้น -15 kPa และ 0 kPa โดยมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เท่ากับ 8.7 และ 6.6 องศาบริกซ์ ตามลำดับ (ตารางที่ 17) เนื่องจากที่ระดับความชื้น 0 kPa จะเกิดการคายน้ำอย่างต่อเนื่อง ส่งผลโดยตรงต่ออัตราการสังเคราะห์แสง จึงเกิดการนำน้ำตาลที่ละลายได้ไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แป้งหรือกรดอินทรีย์ (Marschner, 1995)

ส่วนความเข้มข้นของแคลเซียมที่ใช้ฉีดพ่นทางใบ มีผลทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแต่งเทศที่ได้รับแคลเซียม 10,000 ppm จะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำที่สุด เท่ากับ 7.8 องศาบริกซ์ ในขณะที่แคลเซียม 0, 2,500 และ 7,500 ppm มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่าและไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 17) เนื่องจากแคลเซียมที่ระดับความเข้มข้นสูง อาจทำให้การดูดใช้โพแทสเซียมลดต่ำลง ทำให้การเคลื่อนย้ายอาหารสะสมไปยังส่วนผลเกิดขึ้นได้น้อย (Lin *et al.*, 2004)

ระดับความชื้นของดินและความเข้มข้นของแคลเซียมที่ใช้ ไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลแต่งเทศในระยะเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 17)

ตารางที่ 17 น้ำหนักผล ความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ในระยะเก็บเกี่ยว (60 วันหลังเพาะเมล็ด)

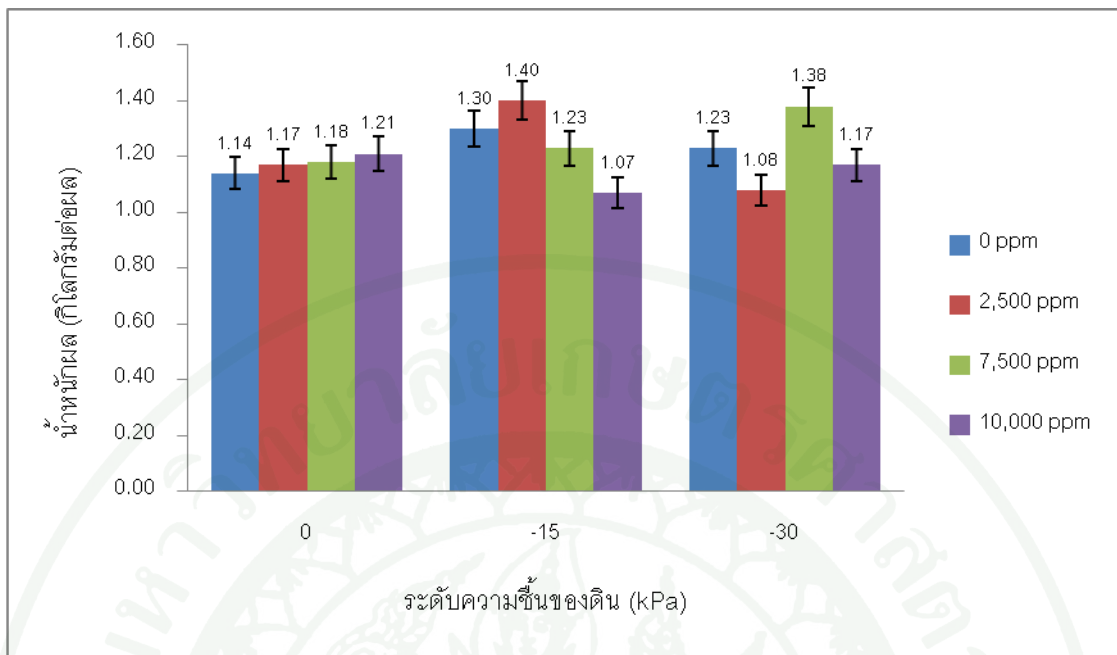
ปัจจัย	น้ำหนักผล (กก.)	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)	ปริมาณของแข็ง ที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์)
ระดับความชื้นของดิน (A)			
0 kPa	1.30 a	41.9 b	6.6 c
-15 kPa	1.25 ab	50.8 a	8.7 b
-30 kPa	1.21 b	40.6 b	9.5 a
t-test	*	**	**
ความเข้มข้นของแคลเซียม (B)			
0 ppm	1.26 a	31.7 d	8.5 a
2,500 ppm	1.26 a	40.8 c	8.1 ab
7,500 ppm	1.31 a	45.0 b	8.5 a
10,000 ppm	1.18 b	60.2 a	7.8 b
F-test	*	**	*
A x B	**	**	ns
CV.(%)	13.90	14.32	12.87

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี LSD และ DMRT

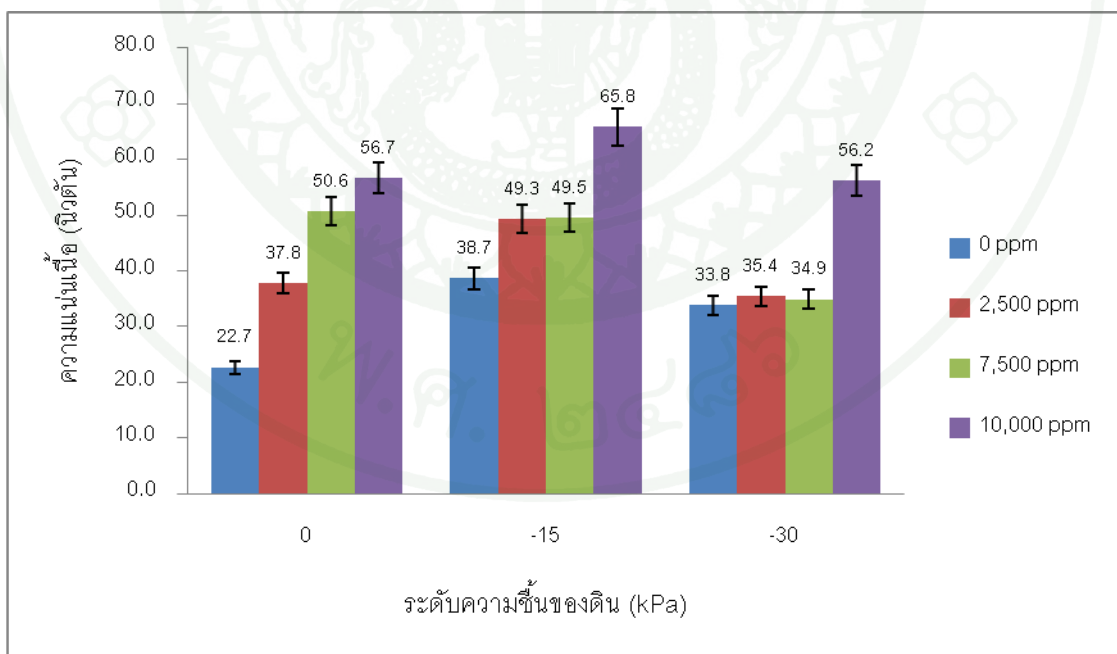
* แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



ภาพที่ 1 น้ำหนักผลของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ที่ระดับความชื้นของดินและปริมาณแคลเซียมต่างกัน



ภาพที่ 2 ความแน่นเนื้อของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ที่ระดับความชื้นของดินและปริมาณแคลเซียมต่างกัน

3. ปริมาณธาตุอาหารในส่วนต้นและผล

3.1 ไนโตรเจน

ระดับความชื้นของดินที่แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อปริมาณไนโตรเจนในส่วนต้น โดยมีปริมาณไนโตรเจนประมาณ 1.73-1.86 กรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 18) แต่มีผลต่อปริมาณไนโตรเจนในส่วนผลของแตงเทศ โดยที่ระดับความชื้นของดิน -15 kPa จะมีปริมาณไนโตรเจนสูงที่สุด 3,120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือที่ระดับความชื้นของดิน -30 และ 0 kPa ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนเท่ากับ 2,930 และ 2,910 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 19) แสดงว่า ในระยะที่ผลมีการพัฒนา การเจริญเติบโตทางลำต้นถูกจำกัดโดยการเด็ดยอด พืชจึงมีการเคลื่อนย้ายไนโตรเจนไปสะสมยังส่วนที่มีการพัฒนา โดยที่ระดับความชื้น 0 kPa ทำให้ไนโตรเจนที่พืชดูดใช้ได้เคลื่อนย้ายไปที่บริเวณใบตามกระแสการคายน้ำที่มากกว่าส่วนผล (Marchner, 1995) หรือการที่ไนโตรเจนในดินถูกรีดิวซ์เป็นก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) หรือก๊าซไนโตรเจน (N_2) โดยกระบวนการ Denitrification ซึ่งเกิดจากจุลินทรีย์ในสภาพที่ดินอึดตัวด้วยน้ำและมีปริมาณออกซิเจนต่ำ หรืออาจเกิดการชะล้างไนเตรตบางส่วนลงสู่ดินชั้นล่างและน้ำใต้ดิน (Hofman *et al.*, 2004) ในดินที่มีระดับความชื้น -30 kPa ทำให้ประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนลดลง ดังนั้นผลแตงเทศที่เจริญในดินที่มีระดับความชื้น -15 kPa จึงจะมีปริมาณไนโตรเจนสะสมอยู่มากกว่า

ในขณะที่ความเข้มข้นของแคลเซียมที่ใช้ มีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนในส่วนต้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยแตงเทศที่ได้รับการฉีดพ่นแคลเซียมทางใบที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ppm มีปริมาณไนโตรเจนสูงที่สุดเท่ากับ 1,920 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 18) ซึ่งน่าจะเป็นผลจากการให้แคลเซียมในรูปของแคลเซียมไนเตรต ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบร้อยละ 16 ฉีดพ่นแก่พืช (ยงยุทธ, 2552ก) ส่วนความเข้มข้นของแคลเซียมที่ใช้ฉีดพ่นทางใบในระดับต่าง ๆ ไม่มีผลต่อปริมาณไนโตรเจนในส่วนผล โดยมีปริมาณไนโตรเจนประมาณ 2,940-3,020 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 19) แสดงว่า ผลแตงเทศไม่สามารถใช้ประโยชน์จากไนเตรตไอออนได้โดยตรง แต่ต้องแปรสภาพโดยกระบวนการรีดักชันจนได้ในไทโรตไอออน แล้วจึงถูกเคลื่อนย้ายไปยังคลอโรพลาสต์เพื่อรีดิวซ์ให้เป็นแอมโมเนียมไอออน ก่อนนำไปใช้ในการสังเคราะห์กรดอะมิโน ซึ่งกระบวนการนี้เกิดขึ้นที่ส่วนใบมากกว่าส่วนผล (Heldt, 1997)

ระดับความชื้นของดินและความเข้มข้นของแคลเซียมที่ใช้ มีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในส่วนต้น (ตารางที่ 18) ซึ่งแสดงเทคนิคที่เจริญในดินที่มีระดับความชื้น -30 kPa และได้รับการฉีดพ่นแคลเซียมที่ความเข้มข้น 10,000 ppm จะมีปริมาณไนโตรเจนสะสมในส่วนต้นสูงที่สุด (ภาพที่ 3) แต่ไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในส่วนผล (ตารางที่ 19) แสดงว่า เมื่อมีการให้ปุ๋ยทางใบที่มีองค์ประกอบของธาตุไนโตรเจนแก่พืช ส่วนที่อยู่เหนือดินจะสามารถดูดซับธาตุอาหารไปใช้ได้ โดยเฉพาะส่วนใบที่มีพื้นที่มากกว่าส่วนลำต้น ในกรณีที่พืชแสดงอาการขาดไนโตรเจนเมื่อระดับความชื้นของดินเปลี่ยนแปลง จะสามารถเสริมธาตุอาหารแก่พืชได้โดยการให้ปุ๋ยทางใบ (ยงยุทธ, 2552ก) เช่นเดียวกับการให้นิโตรเจนในรูปไนเตรตซึ่งมีผลส่งเสริมการสะสมแคลเซียมในส่วนเหนือดินของแตงกวา (Fageria, 2001)

3.2 ฟอสฟอรัส

ระดับความชื้นของดินที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสมในส่วนต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ระดับความชื้นของดิน -30 และ -15 kPa จะมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงที่สุด เท่ากับ 3,710 และ 3,510 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติ ส่วนที่ระดับความชื้นของดิน 0 kPa ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำที่สุดเท่ากับ 3,160 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 18) เช่นเดียวกับปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสมในส่วนผลของแตงเทศ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ระดับความชื้นของดิน -15 kPa มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงที่สุด 8,820 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือที่ระดับความชื้นของดิน 0 และ -30 kPa ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสเท่ากับ 7,510 และ 6,920 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 19) แสดงว่าระดับความชื้นของดินมีผลต่อความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดิน โดยดินที่มีระดับความชื้น 0 kPa จะส่งผลให้พืชดูดใช้ฟอสฟอรัสได้น้อย เป็นผลจากดินที่ใช้ในการทดลองมีปฏิกิริยาดินเป็นด่างแก่ (pH 8.7) ส่งผลให้ฟอสฟอรัสในสารละลายดินส่วนใหญ่อยู่ในรูปฟอสเฟต (PO_4^{3-}) ซึ่งพืชดูดใช้ได้ยาก แต่ที่ระดับความชื้นของดินสูงทำให้รากมีการเจริญอย่างจำกัด การดูดใช้ฟอสฟอรัสจึงต่ำกว่าในดินที่มีระดับความชื้นต่ำ ส่วนที่ระดับความชื้น -15 kPa มีปริมาณฟอสฟอรัสในส่วนผลสูงที่สุดเช่นเดียวกันส่วนต้น

ในขณะที่ความเข้มข้นของแคลเซียมที่ใช้ มีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในส่วนต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแตงเทศที่ได้รับแคลเซียม 10,000 ppm จะมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงที่สุดเท่ากับ 3,610 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือที่ระดับความเข้มข้น 7,500 0

และ 2,500 ppm ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสเท่ากับ 3,550 3,390 และ 3,280 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 18) เช่นเดียวกับปริมาณฟอสฟอรัสในส่วนผล ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแปลงพื้นที่ที่ได้รับแคลเซียมที่ระดับความเข้มข้น 2,500 ppm จะมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงที่สุด เท่ากับ 8,170 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 19) แสดงว่าการใช้สารละลายแคลเซียมในเตรตช่วยส่งเสริมการดูดใช้ฟอสฟอรัสของพืช เนื่องจากฟอสฟอรัสและไนโตรเจนมีความสัมพันธ์แบบแปรผันตรงต่อกัน ทั้งในด้านการดูดใช้และการเจริญเติบโตของพืช (Fageria, 2001) ดังนั้น เมื่อพืชได้รับไนโตรเจนมากขึ้น จึงส่งผลให้พืชดูดใช้ฟอสฟอรัสได้มากขึ้นเช่นกัน

ระดับความชื้นของดินและความเข้มข้นของแคลเซียมที่ใช้ ไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสมในส่วนต้นและผล (ตารางที่ 18 และ 19)

3.3 โพแทสเซียม

ระดับความชื้นของดินที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ปริมาณโพแทสเซียมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ระดับความชื้นของดิน 0 kPa จะมีปริมาณโพแทสเซียมสูงที่สุด เท่ากับ 3,710 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือที่ระดับความชื้นของดิน -30 และ -15 kPa ซึ่งมีปริมาณโพแทสเซียมเท่ากับ 3,580 และ 3,270 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 18) ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่สะสมในส่วนผล พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ระดับความชื้นของดิน -15 และ -30 kPa มีปริมาณโพแทสเซียมสูงที่สุด 6,730 และ 6,660 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนที่ระดับความชื้นของดิน 0 kPa มีปริมาณโพแทสเซียมเท่ากับ 6,260 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 19) แสดงว่าระดับความชื้นของดินมีผลต่อการดูดใช้โพแทสเซียมของรากพืช เนื่องจากโพแทสเซียมสามารถละลายได้มากในดินที่มีระดับความชื้นสูง ดังนั้น แปลงพื้นที่เจริญเติบโตในดินที่มีความชื้นสูงจึงพบปริมาณโพแทสเซียมสะสมอยู่มากกว่า ประกอบกับเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ภายในพืชได้ง่าย จึงกระจายอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของพืชปริมาณใกล้เคียงกัน (Mengel, 2002)

ความเข้มข้นของแคลเซียมที่ใช้ฉีดพ่นทางใบ ไม่มีผลต่อปริมาณโพแทสเซียมในส่วนต้น โดยมีโพแทสเซียมประมาณ 3,360-3,630 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 18) เช่นเดียวกับความเข้มข้นของแคลเซียมระดับต่าง ๆ ไม่มีผลต่อปริมาณโพแทสเซียมในส่วนผล โดยผลแปลงแปลงจะมีปริมาณโพแทสเซียมประมาณ 6,440-6,620 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 19) แสดงว่าการ

ให้แคลเซียมแก่พืชทางใบไม่มีผลต่อปริมาณโพแทสเซียมในพืช แม้ว่าแคลเซียมและโพแทสเซียมจะมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกัน แต่ก็เป็นความสัมพันธ์ต่อการดูดใช้ธาตุอาหารทางราก ดังนั้นในสภาพที่พืชสามารถดูดใช้โพแทสเซียมได้เป็นปกติ การดูดและสะสมโพแทสเซียมของพืชจึงไม่ได้รับผลกระทบจากปริมาณแคลเซียมที่ให้เพิ่มเติมแก่พืช (Fagaria, 2001)

ระดับความชื้นของดินและความเข้มข้นของแคลเซียมที่ใช้ มีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณโพแทสเซียมที่สะสมในส่วนต้น แต่ไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณโพแทสเซียมที่สะสมในส่วนผล (ตารางที่ 18 และ 19) ซึ่งแสดงเขตที่เจริญในดินที่มีระดับความชื้น 0 kPa ร่วมกับแคลเซียมที่ระดับความเข้มข้น 7,500 ppm จะมีปริมาณโพแทสเซียมสะสมในส่วนต้นสูงที่สุด (ภาพที่ 4) เนื่องจากเมื่อระดับความชื้นของดินสูง ส่วนเหนือดินจะมีการสะสมโพแทสเซียมอยู่มาก ซึ่งจะมีผลยับยั้งการดูดใช้และการสะสมแคลเซียมของพืช และยังพบว่าในดินที่มีระดับความชื้นต่ำร่วมกับการได้รับแคลเซียม มีแนวโน้มจะทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในพืชลดลง เพราะโพแทสเซียมและแคลเซียมมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันต่อกันในด้านการดูดใช้ของพืช (Fagaria, 2001)

3.4 แคลเซียม

ระดับความชื้นของดิน มีผลทำให้ปริมาณแคลเซียมในส่วนต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยที่ระดับความชื้นของดิน 0 kPa จะมีปริมาณแคลเซียมสูงที่สุด 4,390 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือที่ระดับความชื้นของดิน -15 และ -30 kPa ซึ่งมีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 2,640 และ 2,550 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 18) แสดงว่าดินที่มีระดับความชื้นสูงจะส่งผลให้พืชสามารถดูดใช้แคลเซียมได้มากขึ้น เนื่องจากพืชจะมีอัตราการคายน้ำสูงอย่างต่อเนื่อง แคลเซียมที่สามารถเคลื่อนที่ผ่านทางท่อลำเลียงน้ำได้จึงไปสะสมอยู่บริเวณใกล้กับปากใบ (Mengel, 2002) เช่นเดียวกับปริมาณแคลเซียมที่สะสมในส่วนผล พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยที่ระดับความชื้นของดิน -15 kPa จะมีปริมาณแคลเซียมสูงที่สุด 290 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือที่ระดับความชื้นของดิน -30 และ 0 kPa ซึ่งมีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 230 และ 190 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 19) เนื่องจากว่า เมื่อดินมีระดับความชื้นต่ำลงจะมีผลให้อัตราการคายน้ำของพืชลดลง อัตราการลำเลียงแคลเซียมที่รากดูดได้ผ่านท่อลำเลียงน้ำไปยังอวัยวะต่าง ๆ จึงลดลงเช่นกัน (Bangerth, 1979)

ในขณะที่ความเข้มข้นของแคลเซียมที่ใช้ มีผลทำให้ปริมาณแคลเซียมในส่วนต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยต้นแต่งเทศที่ได้รับการฉีดพ่นแคลเซียมที่ระดับความเข้มข้น 7,500 ppm จะมีปริมาณแคลเซียมสูงที่สุดเท่ากับ 3,430 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือที่ระดับความเข้มข้น 0 10,000 และ 2,500 ppm ซึ่งมีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 3,310 3,110 และ 2,930 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 18) เช่นเดียวกับปริมาณแคลเซียมที่สะสมในส่วนผล ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแต่งเทศที่ได้รับการฉีดพ่นแคลเซียมทางใบที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ppm จะมีปริมาณแคลเซียมสูงที่สุดเท่ากับ 330 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือที่ระดับความเข้มข้น 7,500 2,500 และ 0 ppm ซึ่งมีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 240 220 และ 160 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 19) เนื่องจากทั้งส่วนต้นที่ได้รับแคลเซียมจากการฉีดพ่น จะสะสมแคลเซียมไว้ในเซลล์ของใบส่วนหนึ่งและลำเลียงแคลเซียมบางส่วนไปยังผลอ่อนที่กำลังพัฒนา ซึ่งจะมีอัตราการคายน้ำสูงกว่า จึงพบว่าปริมาณแคลเซียมในส่วนผลจะเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นของแคลเซียมที่ได้รับ (Bangerth, 1979; Mengel, 2002)

ระดับความชื้นของดินและความเข้มข้นของแคลเซียมที่ใช้ ไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณแคลเซียมในส่วนต้น (ตารางที่ 18) แต่มีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณแคลเซียมในส่วนผล (ตารางที่ 19) ซึ่งแต่งเทศที่เจริญในดินที่มีระดับความชื้น -15 kPa ร่วมกับแคลเซียมที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ppm จะมีปริมาณแคลเซียมในส่วนผลสูงที่สุด (ภาพที่ 5)

3.5 แมกนีเซียม

ระดับความชื้นของดินที่แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อปริมาณแมกนีเซียมในส่วนต้น โดยมีปริมาณแมกนีเซียมประมาณ 810-860 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 18) เช่นเดียวกับปริมาณแมกนีเซียมในส่วนผล ซึ่งพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน โดยมีปริมาณแมกนีเซียมประมาณ 800-850 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 19) แสดงว่าระดับความชื้นของดินไม่มีผลต่อการดูดใช้แมกนีเซียมของรากพืช แม้ว่าในสารละลายดินโดยปกติจะมีแมกนีเซียมละลายอยู่มาก แต่รากพืชมีอัตราการดูดแมกนีเซียมไอออนต่ำ เนื่องจากแมกนีเซียมไอออนมีน้ำล้อมรอบอยู่หลายโมเลกุล จึงจำเป็นต้องใช้พลังงานในการเคลื่อนย้ายผ่านโปรตีนขนส่งมากกว่าไอออนของธาตุอื่น (ยงยุทธ, 2552ข)

ในขณะที่ความเข้มข้นของแคลเซียม ไม่มีผลต่อปริมาณแมกนีเซียมในส่วนต้นและผล ซึ่งมีปริมาณแมกนีเซียมประมาณ 530-550 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 18 และ 19) แสดง

ว่าการให้แคลเซียมแก่พืชทางใบ ไม่มีผลต่อปริมาณแมกนีเซียมในพืช แม้ว่าธาตุทั้งสองจะมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกัน แต่ก็เป็นผลในด้านการดูดใช้ของราก ดังนั้นในสภาพที่พืชสามารถดูดใช้แมกนีเซียมได้เป็นปกติ การดูดและการสะสมแมกนีเซียมของพืชจึงไม่ได้รับผลกระทบจากปริมาณแคลเซียมที่ให้เพิ่มเติมแก่พืช (Fagaria, 2001)

ระดับความชื้นของดินและความเข้มข้นของแคลเซียมที่ใช้ มีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณแมกนีเซียมในส่วนต้น แต่ไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณแมกนีเซียมในส่วนผล (ตารางที่ 18 และ 19) ซึ่งแสดงเขตที่เจริญในดินที่มีระดับความชื้น 0 kPa และได้รับการฉีดพ่นแคลเซียมที่ระดับความเข้มข้น 7,500 ppm จะมีปริมาณแมกนีเซียมสะสมในส่วนต้นสูงที่สุด (ภาพที่ 6) แสดงว่าดินที่มีระดับความชื้นสูงร่วมกับความเข้มข้นของแคลเซียม มีแนวโน้มที่จะส่งผลให้มีการสะสมแมกนีเซียมในส่วนต้นมากกว่าที่ความชื้นของดินต่ำ

3.6 เหล็ก

ความชื้นของดินไม่มีผลต่อปริมาณเหล็ก โดยมีปริมาณเหล็กประมาณ 214.2-227.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 18) เช่นเดียวกับปริมาณเหล็กในส่วนผล ที่ไม่มีความแตกต่างกัน โดยมีปริมาณเหล็กประมาณ 213.1-228.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 19) เนื่องจากเหล็กในดินส่วนใหญ่อยู่รูป $\text{Fe}(\text{OH})^+_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ และ $\text{Fe}(\text{OH})^-_4$ ซึ่งเป็นรูปที่ละลายน้ำได้ยากจึงไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช ส่วนรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชคือ Fe^{2+} หรือ Fe^{3+} ซึ่งความสามารถในการละลายของเหล็กขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาดิน โดยละลายได้มากในดินกรด และละลายได้น้อยในดินด่าง (ยงยุทธ, 2552ข)

ในขณะที่ความเข้มข้นของแคลเซียม ไม่มีผลต่อปริมาณเหล็กในส่วนต้นและผล โดยมีปริมาณเหล็กประมาณ 66.6-73.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และในส่วนผล ประมาณ 64.5-72.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 18 และ 19)

ระดับความชื้นของดินและความเข้มข้นของแคลเซียมที่ใช้ ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณเหล็กที่สะสมในส่วนต้นและผล (ตารางที่ 18 และ 19) เนื่องจากเหล็กในดินมีปริมาณมากเพียงพอที่พืชจะสามารถดูดใช้ได้โดยไม่ได้รับอิทธิพลจากธาตุอื่น

3.7 สังกะสี

ระดับความชื้นของดินที่แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อปริมาณสังกะสีในส่วนต้น โดยมีปริมาณสังกะสีประมาณ 38.1-39.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 18) แต่มีผลทำให้ปริมาณสังกะสีในส่วนผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ระดับความชื้นของดิน -30 kPa จะมีปริมาณสังกะสีสูงที่สุด 45.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือที่ระดับความชื้นของดิน -15 และ 0 kPa ซึ่งมีปริมาณสังกะสีเท่ากับ 40.5 และ 34.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 19) เนื่องจากสังกะสีมีบทบาทต่อกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและคาร์โบไฮเดรต ซึ่งเกิดบริเวณส่วนผลที่กำลังพัฒนาในอัตราที่สูงกว่าอวัยวะอื่น และธาตุนี้สามารถเคลื่อนย้ายจากอวัยวะต่าง ๆ ผ่านท่อลำเลียงอาหารไปยังส่วนที่กำลังพัฒนาได้ โดยอาศัยโปรตีนขนส่งที่เยื่อหุ้มเซลล์ (Epstein and Bloom, 2005) จึงสะสมมากในส่วนผลของแตงเทศที่ปลูกในดินที่มีระดับความชื้น -30 kPa

ในขณะที่ความเข้มข้นของแคลเซียม ไม่มีผลต่อปริมาณสังกะสีในส่วนต้นและผล ซึ่งในส่วนต้นมีปริมาณสังกะสีประมาณ 37.4-39.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 18) และในส่วนผลมีปริมาณสังกะสีประมาณ 39.8-41.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 19) แต่มีแนวโน้มว่าปริมาณสังกะสีจะลดลงเมื่อมีการฉีดพ่นแคลเซียม อาจเนื่องมาจากความสัมพันธ์เชิงลบระหว่างแคลเซียมและสังกะสี โดยธาตุทั้งสองมีความสำคัญต่อการรักษาสุขภาพของเยื่อหุ้มเซลล์เช่นกัน แต่มีบทบาทต่างกันและไม่สามารถทดแทนกันได้ ซึ่ง Fagaria (2001) รายงานว่าการเพิ่มความเข้มข้นของแคลเซียมแก่พืช จะมีผลให้สังกะสีในส่วนเหนือดินลดลง

ระดับความชื้นของดินและความเข้มข้นของแคลเซียมที่ใช้ ไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณสังกะสีที่สะสมในส่วนต้นและผล (ตารางที่ 18 และ 19)

3.8 ทองแดง

ความชื้นของดินไม่มีผลต่อปริมาณทองแดงในส่วนต้น โดยมีปริมาณทองแดงประมาณ 13.5-14.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 18) ส่วนปริมาณทองแดงในส่วนผลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ระดับความชื้นของดิน -30 และ -15 kPa จะมีปริมาณทองแดงสูงที่สุด 24.6 และ 23.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ รองลงมาคือที่ระดับความชื้นของดิน 0 kPa ซึ่งมีปริมาณทองแดงเท่ากับ 21.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 19) เนื่องจากการ

เคลื่อนย้ายทองแดงภายในพืชจะต้องอาศัยการรวมตัวกับกรดอะมิโนเป็นสารเชิงซ้อน (Quartacci *et al.*, 2003)

ในขณะที่ความเข้มข้นของแคลเซียม มีผลทำให้ปริมาณทองแดงที่สะสมในส่วนต้น และผลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแดงเทศที่ได้รับการฉีดพ่นแคลเซียมทางใบที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ppm จะมีปริมาณทองแดงในส่วนต้นสูงที่สุดเท่ากับ 14.9 มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม (ตารางที่ 18) และในส่วนผลเท่ากับ 25.1 มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม (ตารางที่ 19) ซึ่งปริมาณทองแดงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับแคลเซียมที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น แสดงว่าการฉีดพ่นแคลเซียมในทรงต้นมีผลให้พืชได้รับไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น พืชที่ได้รับไนโตรเจนความเข้มข้นสูง จึงมีการปรับตัวโดยการดูดใช้ทองแดงมากขึ้น (Hill *et al.*, 1979)

ระดับความชื้นของดินและความเข้มข้นของแคลเซียมที่ใช้ ไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณทองแดงที่สะสมในส่วนต้น แต่จะมีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณทองแดงที่สะสมในส่วนผล (ตารางที่ 18 และ 19) ซึ่งแดงเทศที่เจริญในดินที่มีระดับความชื้น -15 kPa และได้รับการฉีดพ่นแคลเซียมที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ppm จะมีปริมาณทองแดงในส่วนผลสูงที่สุด (ภาพที่ 7) แสดงว่าระดับความชื้นของดินและความเข้มข้นของแคลเซียมในทรงต้น มีผลต่อการใช้ประโยชน์และการเคลื่อนย้ายทองแดงในพืช โดยพืชจะสร้างกรดอะมิโนและโปรตีนในเนื้อเยื่อมากขึ้น (Hill *et al.*, 1979) จึงน่าจะมีส่วนช่วยให้ผลผลิตมีคุณภาพดียิ่งขึ้น

3.9 แอมกานีส

ระดับความชื้นของดินที่แตกต่างกัน ทำให้ปริมาณแอมกานีสในส่วนต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ระดับความชื้นของดิน 0 kPa จะมีปริมาณแอมกานีสสูงที่สุด 34.6 มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม และลดลงเมื่อระดับความชื้นของดินต่ำลง (ตารางที่ 18) เช่นเดียวกับปริมาณแอมกานีสที่สะสมในส่วนผล มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ระดับความชื้นของดิน 0 kPa จะมีปริมาณแอมกานีสสูงที่สุด 16.5 มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม (ตารางที่ 19) แสดงว่าระดับความชื้นของดินที่สูงขึ้นมีผลต่อการดูดใช้แอมกานีส เนื่องจากแอมกานีสสามารถละลายอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ดีในดินที่มีความชื้นสูง (Humphries *et al.*, 2007) และสามารถเคลื่อนย้ายได้ดีผ่านทางท่อลำเลียงน้ำ แต่เมื่อสะสมในอวัยวะต่าง ๆ แล้วจะไม่สามารถเคลื่อนย้ายผ่านทางท่อลำเลียงอาหารได้อีก (วิจิตร, 2552) ดังนั้น แอมกานีสที่สะสมในพืชจึงได้จาก

การเคลื่อนย้ายตามกระแสการคายน้ำ จึงพบปริมาณแอมงานีสสะสมอยู่มากทั้งในส่วนต้นและผลของแตงเทศที่ได้รับระดับความชื้นของดินสูง

ส่วนความเข้มข้นของแคลเซียมในระดับต่าง ๆ ไม่มีผลต่อปริมาณแอมงานีสในส่วนต้นและผล โดยมีปริมาณแอมงานีสในต้นประมาณ 28.8-32.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 18) และในส่วนผลประมาณ 14.6-15.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 19) แต่มีแนวโน้มว่าปริมาณแอมงานีสจะลดลงเมื่อได้รับแคลเซียม อาจเนื่องมาจากความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกันระหว่างแคลเซียมและแอมงานีส ซึ่ง Fagaria (2001) รายงานว่าการเพิ่มปริมาณแคลเซียมให้แก่พืช จะส่งผลให้แอมงานีสในส่วนเหนือดินลดลง

ระดับความชื้นของดินและความเข้มข้นของแคลเซียมที่ใช้ มีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณแอมงานีสที่สะสมในส่วนต้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณแอมงานีสที่สะสมในส่วนผล (ตารางที่ 18 และ 19) ซึ่งแตงเทศที่เจริญในดินที่มีระดับความชื้น 0 kPa และได้รับการฉีดพ่นแคลเซียมที่ระดับความเข้มข้น 0 ppm จะมีปริมาณแอมงานีสสะสมในส่วนต้นสูงที่สุด (ภาพที่ 8)

ตารางที่ 18 ปริมาณธาตุอาหารในส่วนต้นของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ที่ระดับความชื้นของดินและปริมาณแคลเซียมต่างกัน

ปัจจัย	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม								
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
ระดับความชื้นของดิน (A)									
0 kPa	1,730	3,160 b	3,710 a	4,390 a	860	214.2	39.1	14.3	34.6 a
-15 kPa	1,770	3,510 a	3,270 b	2,640 b	810	227.9	38.1	13.5	28.4 b
-30 kPa	1,820	3,710 a	3,580 ab	2,550 b	810	217.2	39.0	13.5	26.7 b
t-test	ns	**	*	**	ns	ns	ns	ns	**
ความเข้มข้นของแคลเซียม (B)									
0 ppm	1,680 c	3,390 ab	3,580	3,310 a	840	228.5	38.6	13.8 ab	32.7
2,500 ppm	1,710 bc	3,280 b	3,630	2,930 b	800	215.4	39.7	13.0 b	28.8
7,500 ppm	1,780 b	3,550 a	3,510	3,430 a	850	213.1	39.2	13.2 b	29.1
10,000 ppm	1,920 a	3,610 a	3,360	3,110 ab	820	222.0	37.4	14.9 a	29.1
F-test	**	*	ns	*	ns	ns	ns	*	ns
A x B	**	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	**
CV.(%)	11.50	16.58	17.35	26.30	16.50	20.48	13.23	19.78	29.47

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี LSD และ DMRT

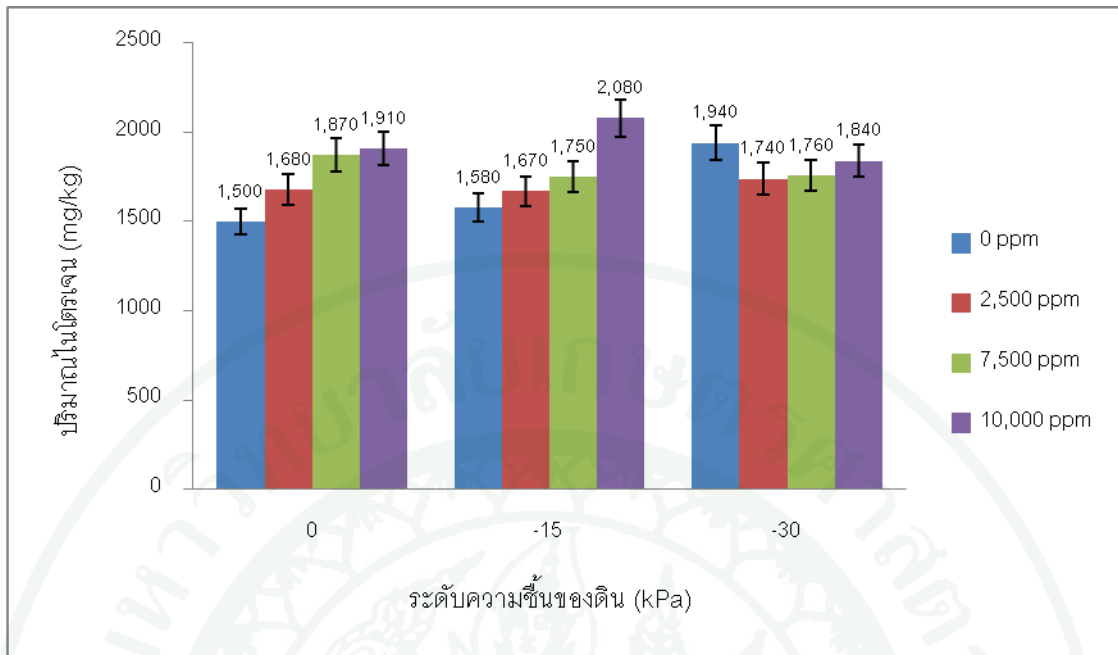
* แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%, ** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% และ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 19 ปริมาณธาตุอาหารในส่วนผลของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ที่ระดับความชื้นของดินและปริมาณแคลเซียมต่างกัน

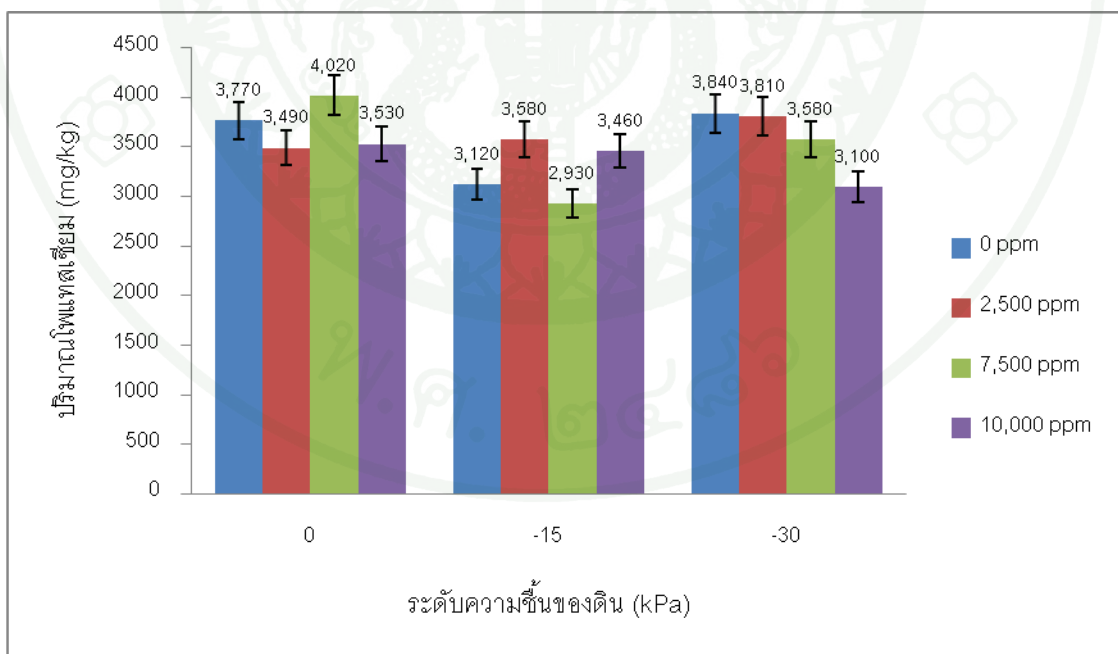
ปัจจัย	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม								
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
ระดับความชื้นของดิน (A)									
0 kPa	2,910 b	7,510 b	6,260 b	190 c	530	73.6	34.4 c	21.0 b	16.5 a
-15 kPa	3,120 a	8,820 a	6,730 a	290 a	550	66.2	40.5 b	23.8 a	14.0 b
-30 kPa	2,930 b	6,920 b	6,660 a	230 b	530	69.4	45.5 a	24.6 a	13.7 b
t-test	*	**	*	**	ns	ns	**	*	**
ความเข้มข้นของแคลเซียม (B)									
0 ppm	3,000	7,810 ab	6,440	160 d	540	69.4	41.6	22.3 b	15.0
2,500 ppm	2,990	8,170 a	6,620	220 c	530	64.5	39.8	22.1 b	14.6
7,500 ppm	2,940	7,330 b	6,620	240 b	530	72.5	40.3	23.0 ab	14.6
10,000 ppm	3,020	7,690 ab	6,500	330 a	550	72.4	39.9	25.1 a	14.9
F-test	ns	*	ns	**	ns	ns	ns	*	ns
A x B	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	*	ns
CV.(%)	11.48	21.14	13.13	13.36	13.12	38.23	21.30	22.80	23.79

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี LSD และ DMRT

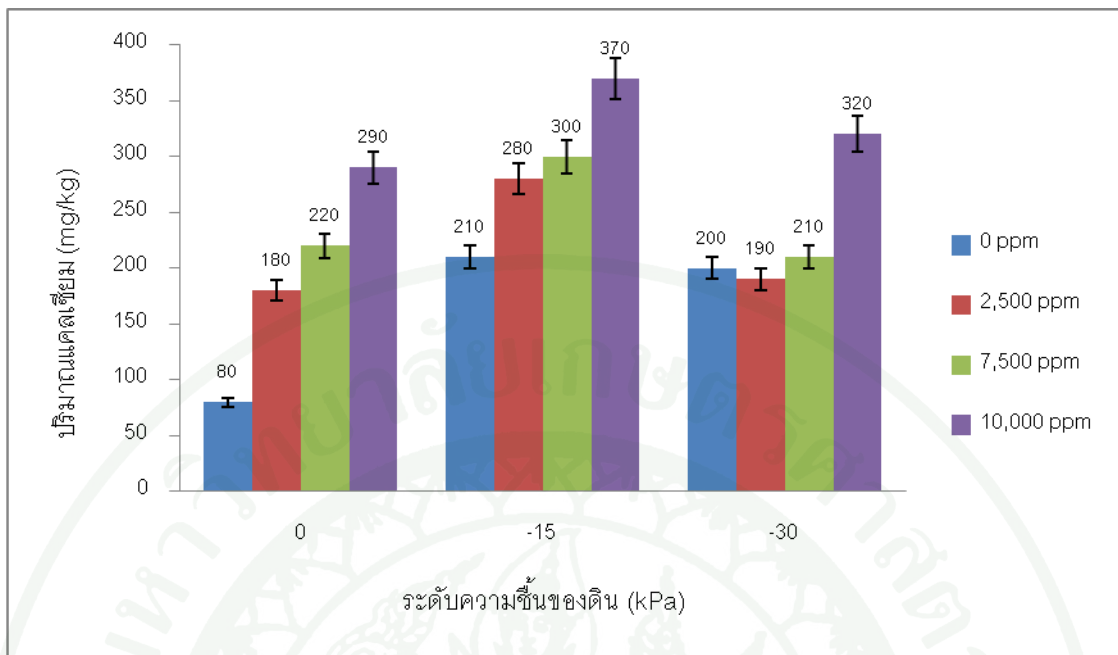
* แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%, ** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% และ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



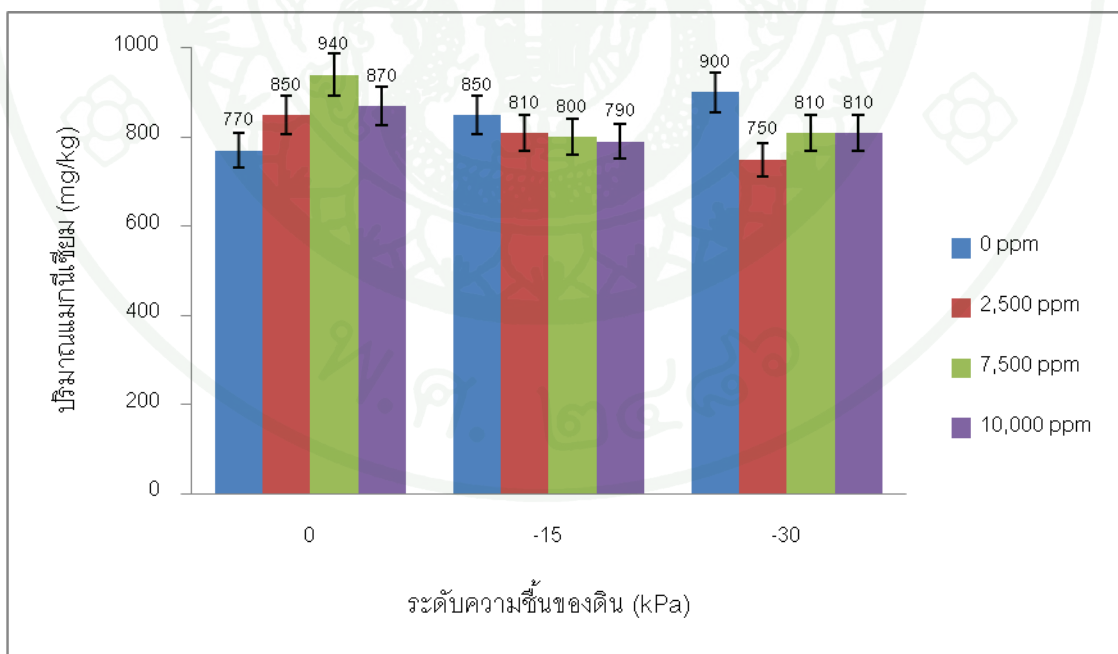
ภาพที่ 3 ปริมาณไนโตรเจนในส่วนต้นของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ที่ระดับความชื้นของดินและปริมาณแคลเซียมต่างกัน



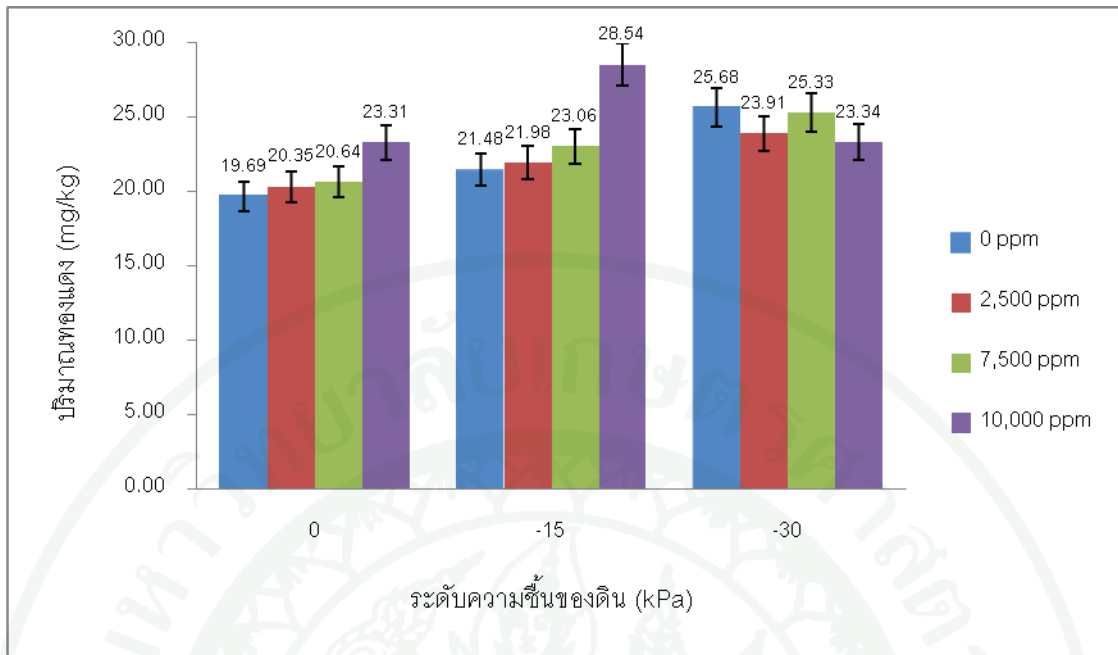
ภาพที่ 4 ปริมาณโพแทสเซียมในส่วนต้นของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ที่ระดับความชื้นของดินและปริมาณแคลเซียมต่างกัน



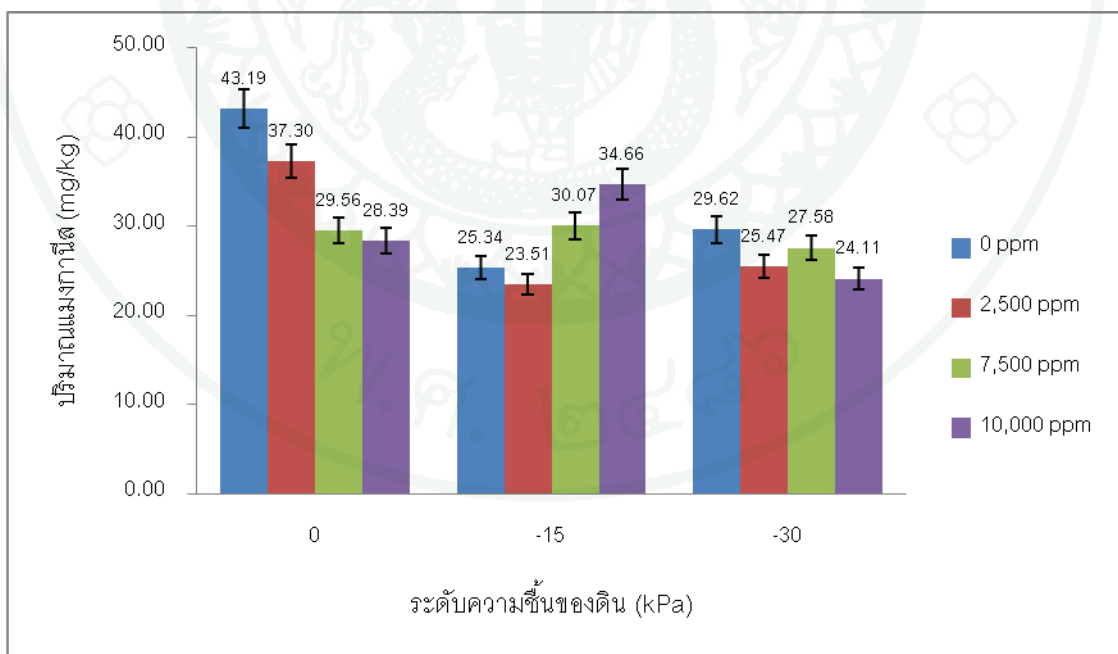
ภาพที่ 5 ปริมาณแคลเซียมในส่วนผลของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ที่ระดับความชื้นของดินและปริมาณแคลเซียมต่างกัน



ภาพที่ 6 ปริมาณแมกนีเซียมในส่วนต้นของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ที่ระดับความชื้นของดินและปริมาณแคลเซียมต่างกัน



ภาพที่ 7 ปริมาณทองแดงในส่วนผลของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ที่ระดับความชื้นของดินและปริมาณแคลเซียมต่างกัน



ภาพที่ 8 ปริมาณแมงกานีสในส่วนต้นของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ที่ระดับความชื้นของดินและปริมาณแคลเซียมต่างกัน

4. สมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้ดินที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตรจากผิวดิน ได้ผลดังนี้

4.1 ปฏิกริยาของดิน (pH)

การศึกษาปฏิกริยาของดิน โดยใช้อัตราส่วนของดินต่อน้ำเท่ากับ 1:1 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดินที่มีความชื้น -30 kPa และ -15 kPa จะมีปฏิกริยาของดินสูงที่สุด เท่ากับ 10.7 และ 10.3 ตามลำดับ รองลงมาคือดินที่มีความชื้น 0 kPa เท่ากับ 9.0 และต่ำที่สุดในดินก่อนทำการทดลอง ซึ่งมีค่าปฏิกริยาของดิน เท่ากับ 8.7 (ตารางที่ 20) แสดงให้เห็นว่าระดับความชื้นของดินที่เปลี่ยนแปลง มีผลให้ดินมีความเป็นด่างสูงขึ้น โดยในดินที่มีระดับความชื้นต่ำจะมีการตกค้างของธาตุประจุบวกที่มีปฏิกริยาเป็นด่าง เช่น โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม เนื่องจากระดับความชื้นของดินไม่สูงพอที่จะเคลื่อนย้ายหรือชะล้างธาตุเหล่านี้ออกไปจากดิน และธาตุเหล่านี้จะไม่สามารถละลายออกมาสู่สารละลายดินในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้เช่นกัน (วิจิตร, 2552)

4.2 อินทรีย์วัตถุ

ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยดินที่มีระดับความชื้น -30 kPa มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงที่สุดเท่ากับ 9.5% รองลงมาคือที่ระดับความชื้นของดิน -15 kPa และในดินก่อนปลูก เท่ากับ 9.3% และ 8.9% ตามลำดับ (ตารางที่ 20) โดยปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำที่สุดในดินที่มีระดับความชื้น 0 kPa เท่ากับ 8.8% แสดงว่าระดับความชื้นของดินมีความเกี่ยวข้องกับการเจริญของรากและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน เนื่องจากการเก็บตัวอย่างดินในระดับความลึก 15-30 เซนติเมตรจากผิวดิน ซึ่งเป็นระดับที่รากของแตงเทศมีการเจริญอยู่อย่างหนาแน่น (นิพนธ์, 2544) เพื่อการวิเคราะห์ทางเคมี ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่วิเคราะห์ได้จึงอาจมาจากส่วนของรากที่ตกค้างอยู่ในดิน (Marx *et al.*, 1999) ดังนั้น ในดินที่มีระดับความชื้นสูงอาจมีการกระจายของรากต่ำ เนื่องจากรากพืชจะเจริญไปยังบริเวณที่มีความชื้นพอเหมาะ เมื่อความชื้นของดินสูงขึ้นถึงระดับที่ดินอึดตัวด้วยน้ำจะทำให้รากพืชขาดออกซิเจนและหยุดการเจริญเติบโต (McCann *et al.*, 2007)

ตารางที่ 20 ปฏิกริยาของดินและปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินก่อนและหลังการทดลอง

	ปฏิกริยาของดิน (pH)	ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%)
ดินก่อนการทดลอง	8.7 b	8.9 c
ระดับความชื้น 0 kPa	9.0 b	8.8 d
ระดับความชื้น -15 kPa	10.3 a	9.3 b
ระดับความชื้น -30 kPa	10.7 a	9.5 a
F-test	*	**
CV.(%)	8.27	0.71

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT

* แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

4.3 ปริมาณธาตุอาหารในดินหลังการทดลอง

ปริมาณธาตุอาหารในดินที่ทำการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดินที่มีระดับความชื้น -30 kPa จะมีปริมาณธาตุอาหารสูงที่สุด โดยปริมาณธาตุอาหารที่คงเหลืออยู่ในดินจะมีปริมาณลดลงเมื่อระดับความชื้นของดินสูงขึ้น และมีปริมาณต่ำที่สุดในดินก่อนการทดลอง (ตารางที่ 21) แสดงให้เห็นว่า ในดินที่มีระดับความชื้นสูง ธาตุอาหารบางส่วนสามารถละลายออกมาสู่สารละลายดินในปริมาณมาก แต่อาจจะถูกชะล้างออกไปจากบริเวณรากโดยพืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ส่วนปริมาณจุลธาตุที่ตกค้างในดิน เป็นผลจากระดับปฏิกริยาของดินที่เป็นต่างจัด ทำให้ธาตุเหล่านี้อยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ (ยงยุทธ, 2552ข) ยกเว้นทองแดงซึ่งมีปริมาณสูงที่สุดในดินก่อนการทดลอง แสดงว่าทองแดงสามารถละลายออกมาอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากเมื่อดินมีระดับความชื้นสูงขึ้น ในขณะที่แดงเทศพันธุ์ Honey Ball เป็นพันธุ์ที่มีการดูดใช้ทองแดงในปริมาณสูง (จิติพัฒน์, 2552) จึงพบว่าปริมาณทองแดงที่ตกค้างในดินลดลงอย่างมาก เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณที่มีอยู่ในดินก่อนทำการทดลอง (ตารางที่ 21)

ตารางที่ 21 ปริมาณธาตุอาหารในดินก่อนและหลังการทดลอง

	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม								
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
ดินก่อนการทดลอง	150.0 b	154.1 c	125.2 c	1548.3 c	166.7 c	29.6 b	2.9 d	6.3 a	37.0 c
ระดับความชื้น 0 kPa	130.0 c	89.0 d	125.9 c	1610.3 bc	174.0 bc	40.3 a	3.5 c	2.1 c	43.1 b
ระดับความชื้น -15 kPa	160.0 a	248.0 b	140.6 b	1759.5 b	183.9 ab	37.8 a	4.7 b	2.2 c	48.4 a
ระดับความชื้น -30 kPa	170.0 a	383.8 a	165.9 a	1953.5 a	197.9 a	37.2 a	6.8 a	3.1 b	50.2 a
F-test	*	**	*	*	*	*	**	**	*
CV.(%)	6.05	12.52	5.85	7.12	6.51	8.42	4.08	7.08	8.23

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT

* แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ในระหว่างการทดลอง บริเวณพื้นที่มีอุณหภูมิเฉลี่ย 26-28 องศาเซลเซียส ระดับความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 60-90% ปริมาณน้ำฝนสูงสุด 70 มิลลิเมตรที่ระยะ 35 วันหลังย้ายปลูก ซึ่งเป็นระยะที่ดอกเพศเมียเริ่มบาน และไม่มีปริมาณน้ำฝนในระยะที่มีการควบคุมระดับความชื้นของดิน ดังนั้นในการทดลองนี้จึงไม่มีผลกระทบจากปริมาณน้ำฝน ที่อาจส่งผลให้ความชื้นของดินเปลี่ยนแปลงได้ (ภาพผนวกที่ 3)

จากการทดลอง ไม่พบการเกิด water-soaking disorder ในผลแตงเทศ แม้ว่าจะมีการควบคุมความชื้นในดินให้สูงถึงระดับที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (0 kPa) แสดงว่ายังมีปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมอื่น ๆ นอกเหนือจากความชื้นในดินที่จะส่งผลให้เกิดอาการผิดปกติขึ้น โดยอาการผิดปกติที่เกิดจาก water-soaking disorder มีลักษณะคล้ายกับการเกิด bitter pit ในผลแอปเปิ้ล หรือการเกิด blossom-end rot ในผลมะเขือเทศ (Bernadac *et al.*, 1996) การชักนำให้เกิดอาการนี้จึงอาจจะเป็นผลจากความชื้นในดิน ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และความเข้มแสงร่วมกัน

Cho *et al.* (1998) รายงานว่าในสภาพที่มีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูง จะชักนำให้เกิด blossom-end rot ในผลมะเขือเทศ และ Aikawa *et al.* (2006) ได้ทำการศึกษากับการเกิดอาการผิดปกติของผลแตงเทศพันธุ์ Andesu netted melon พบว่า การพร่างแสง 80% ในระยะที่ผลกำลังพัฒนา ชักนำให้ผนังเซลล์แตก ส่งผลให้ความแน่นเนื้อต่ำ เกิดแอลกอฮอล์ขึ้นในส่วนเนื้อผล และทำให้ปริมาณน้ำตาลลดลง

ในสภาพที่ดินมีระดับความชื้นสูงเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถชักนำให้เกิดอาการผิดปกตินี้ได้ แต่มีผลทำให้ความแน่นเนื้อและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในส่วนผลของแตงเทศต่ำลง ส่วนในสภาพที่ดินมีปฏิกิริยาเป็นด่าง ($\text{pH} > 7$) ทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารถูกจำกัด โดยมีผลให้โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมละลายออกมาสู่สารละลายดินได้มากขึ้น แต่ทำให้ฟอสฟอรัส เหล็ก สังกะสี ทองแดง และแมงกานีส อยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณธาตุอาหารในพืชที่วิเคราะห์ได้ อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าค่าที่วิเคราะห์ได้ในแตงเทศพันธุ์ Honey Ball จากการทดลองที่ 1 ซึ่งอาจเป็นเพราะเกิดปัญหาในการจัดการระบบน้ำ และธาตุอาหาร ทำให้แตงเทศที่ได้จากการทดลองนี้ ไม่ได้คุณภาพตามศักยภาพการผลิตของพันธุ์ และยังมีคุณภาพต่ำกว่าระดับที่ตลาดต้องการ

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. ลักษณะประจำพันธุ์ของแตงเทศพันธุ์ Jin Yuan และ Rocky Melon เนื้อสัมผัส คือ เนื้อผลค่อนข้างอ่อนนุ่ม ฉ่ำน้ำ และรสชาติหวาน ซึ่งเป็นลักษณะที่ตลาดต่างประเทศต้องการ ส่วนพันธุ์ Rocky Melon เนื้อเขียว มีเนื้อผลค่อนข้างกรอบ ซึ่งเป็นลักษณะที่ตลาดภายในประเทศมีความต้องการสูงกว่า
2. แตงเทศพันธุ์ Honey Ball ไม่ทนทานต่อสภาพความชื้นในดินสูง และเป็นพันธุ์ที่มีแนวโน้มจะเกิดอาการ water-soaking disorder มากกว่าพันธุ์อื่น ๆ
3. ปริมาณโพแทสเซียมในส่วนผลมีบทบาทส่งเสริมการเพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณแคลเซียมในส่วนผลส่งเสริมการเพิ่มความแน่นเนื้อของผล ซึ่งพบความสัมพันธ์ในผลแตงเทศทั้ง 4 พันธุ์
4. แตงเทศพันธุ์ Honey Ball ที่เจริญเติบโตที่ระดับความชื้นของดิน 0 kPa จะมีน้ำหนักผลสูงที่สุด เมื่อปลูกที่ระดับความชื้น -15 kPa จะมีความแน่นเนื้อสูงที่สุด และจะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงที่สุดเมื่อปลูกที่ระดับความชื้น -30 kPa
5. ผลแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ที่ได้รับแคลเซียมที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ppm จะมีความแน่นเนื้อสูงที่สุด เช่นเดียวกับการปลูกที่ระดับความชื้นของดิน -15 kPa ร่วมกับการให้แคลเซียมที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ppm
6. เมื่อระดับความชื้นของดินสูงขึ้น ส่งผลให้ความแน่นเนื้อและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำลง การฉีดพ่นแคลเซียมความเข้มข้นสูงในระยะที่ผลกำลังพัฒนา สามารถทดแทนการสูญเสียความแน่นเนื้อของผล แต่ไม่สามารถทดแทนการสูญเสียปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเนื้อผลได้

ข้อเสนอแนะ

1. การจัดการธาตุอาหารในพืชที่ถูกต้องเหมาะสมควรจะนำเอาผลการวิเคราะห์ดินและพืชมาใช้เป็นแนวทางในการจัดการ เพื่อช่วยให้พืชเจริญเติบโตดี ปริมาณผลผลิตสูงและผลผลิตมีคุณภาพดี เพราะพืชจะได้รับธาตุอาหารอย่างพอเพียงและสมดุล การจัดการธาตุอาหารพืชอย่างมีประสิทธิภาพยังช่วยให้เกษตรกรสามารถลดต้นทุนการผลิตได้มากขึ้น

2. การชักน้ำให้เกิด water-soaking disorder เป็นผลจากอิทธิพลร่วมของปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมอื่น ๆ นอกเหนือจากความชื้นในดิน เช่น ความเข้มแสงและความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ ดังนั้น การป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายจากอาการผิดปกตินี้ คือ กำหนดวันปลูกแตงเทศ หลีกเลี่ยงการเกิดฝนตกในระยะที่ผลมีการพัฒนา โดยอาศัยข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนและรายปี ของศูนย์ภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา ส่วนการฉีดพ่นแคลเซียมเป็นเพียงทางเลือกหนึ่ง เพื่อการลดอาการผิดปกติจาก water-soaking disorder

3. แม้จะมีข้อมูลจากงานทดลองนี้เป็นแนวทางแล้ว แต่เกษตรกรควรทดสอบระดับความเข้มข้นของแคลเซียมที่เหมาะสมกับพันธุ์และอายุพืชในพื้นที่บางส่วน ก่อนจะนำไปใช้จริงในพื้นที่ทั้งหมด หากพบว่าเกิดอาการใบไหม้หรืออาการเถาแตกยางไหล จะต้องลดระดับความเข้มข้นลงไปอีก เพื่อป้องกันความเสียหายของผลผลิต

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กฤษณา จิตต์ไพโรจน์. 2546. การเปรียบเทียบวัสดุปลูกแคนตาลูป พันธุ์ฮันนิเวลด์ ภายใต้
โรงเรือนมุ้งตาข่าย. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต
กำแพงแสน, นครปฐม.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2552. รายงานภาวะการผลิตการเกษตรผลผลิตรวมรายปี.

ระบบสารสนเทศการผลิตทางด้านการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร. แหล่งที่มา :

http://production.doae.go.th/estimate/reportP7/reportP7_input.php?sub=706,

2 มีนาคม 2552.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2549. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. คณะเกษตร มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

คำนึ่ง คำอุดม. 2531. แต่งแคนตาลูป. สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม, นนทบุรี.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2550. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวางของพืช. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริม
และฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน,
นครปฐม.

दनัย บุญยเกียรติ. 2548. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน. คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

นิพนธ์ ไชยมงคล. 2544. แต่งหอม. ฐานข้อมูลพืชผัก คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัย
แม่โจ้, เชียงใหม่. แหล่งที่มา : [http://www.agricprod.mju.ac.th/vegetable/
File_link/melon.pdf](http://www.agricprod.mju.ac.th/vegetable/File_link/melon.pdf), 2 มีนาคม 2552.

ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และ จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2551. คู่มือปฏิบัติการ การวิเคราะห์ดินและพืช.
คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. 2549. การปลูกแตงเทศ. แหล่งที่มา: <http://www.ku.ac.th/e-magazine/dec49/agri/cantalou.htm>, 2 มีนาคม 2554

ธิดิพัฒน์ วิเปลี่ยน. 2552. การเจริญเติบโต คุณภาพผลผลิต และปริมาณธาตุอาหารในต้น และผลของแตงเทศ 4 พันธุ์. ปัญหาพิเศษปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พูนพิภพ เกษมทรัพย์. 2549. ชีววิทยา 2. ครั้งที่ 2. มุลนิธิ สอวน., กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ ไอสถสภา. 2552ก. การให้ปุ๋ยทางใบ. ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2552ข. ธาตุอาหารพืช. ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมบุญรณ์ มั่นความดี. 2551. การวิเคราะห์เนื้อดิน. กลุ่มงานดินด้านวิทยาศาสตร์ สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน. แหล่งที่มา : http://www.geocities.com/soilsciences/soiltest_method/texture_analysis.html, 2 มีนาคม 2552.

วิจิตร วังไณ. 2552. ธาตุอาหารกับการผลิตพืชผล. วี.บี.บุ๊คเซ็นเตอร์, กรุงเทพฯ.

Adams, P. and L.C. Ho. 1995. Uptake and distribution of nutrients in relation to tomato fruit quality. *Acta Horticulturae* 412: 374-387.

Aikawa, T., T. Nishizawa, M. Ito, M. Tagashi and N. Yamazaki. 2006. Changes in cell wall composition in Andesu netted melon (*Cucumis melo* L.) fruit as influenced by the development of water-core. *Asian Journal of Plant Science* 5 (6): 956-962.

Anonymous. 2004. **Melon**. Available source : <http://hort-devel-nwrec.hort.oregonstate.edu/melon.html>, February 15, 2009.

- Bangerth, F. 1979. Calcium-related physiological disorders in plants. **Annual Review of Physiology** 17: 79-122.
- Bernadac, A., I. Jean-Baptiste, G. Bertoni and P. Morard. 1996. Changes in calcium contents during melon (*Cucumis melo* L.) fruit development. **Scientia Horticulturae** 66: 18-189.
- Bray, R.H. and N. Kurtz. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. **Soil Science** 59: 39-45.
- Cabello, M.J., M.T. Castellanos, F. Romojaro, C. Martinez-Madrid and F. Ribas. 2009. Yield and quality of melon grown under different irrigation and nitrogen rates. **Agricultural Water Management** 96: 866-874.
- Carpita, N.C. and D.M. Gibeaut. 1993. Structural models of primary cell walls in flowering plants: Consistency of molecular structure with the physical properties of the walls during growth. **Plant Journal** 3: 1-30.
- Chatenet, C., A. Latche, E. Olmos, B. Ranty, M. Charpentreau, R. Ranjeva, J.C. Pech and A. Graziana. 2000. Spatial-resolved analysis of histological and biochemical alterations induced by water-soaking in melon fruit. **Physiologia Plantarum** 110: 248-255.
- Cho, I.H., E.H. Lee, T.Y. Kim, Y.H. Woo and Y.S. Kwon. 1998. Effects of high humidity on occurrence of tomato blossom-end rot. **Journal of the Korean Society for Horticultural Sciences** 39(3): 247-249.

- Cho, Y.Y., O. Sungbong, M.O. Myoung and E.S. Jung. 2007. Estimation of individual leaf area, fresh weight, and dry weight of hydroponically grown cucumbers (*Cucumis sativus* L.) using leaf length, width, and SPAD value. **Scientia Horticulturae** 111: 330-334.
- Cohen, R.A. and J.R. Hicks. 1986. Effect of storage on quality and sugar in muskmelon. **Journal of the American Society for Horticultural Science** 111: 553-557.
- De Queiroga, R.C.F., M. Puiatti, P.C.R. Fontes and P.R. Cecon. 2008. Fruit yield and quality of cantaloupe melon, under greenhouse conditions, as affected by number of fruits and position in plant. **Bragantia** 67(4): 911-920. (Abstract).
- Dean, B., S. Goreta and J. Borosic. 2006. Plant spacing and cultivar affect melon growth and yield components. **Scientia Horticulturae** 109: 238-243.
- Dunlap, J.R. 1986. The influence of soil temperature on the early growth of three muskmelon cultivars. **Scientia Horticulturae** 29: 221-228.
- Epstein, E. And A.J. Bloom. 2005. **Mineral Nutrition of Plant: Principle and Perspectives**. Sinauer Associates, Inc. Publishers, Massachusetts.
- Fageria, V.D. 2001. Nutrient interaction in crop plants. **Journal of Plant Nutrition** 24: 1269-1290.
- Heldt, H.W. 1997. **Plant Biochemistry and Molecular Biology**. Oxford University Press, New York.
- Hill, J., A.D. Robson and J.F. Loneragan. 1979. The effect of copper and nitrogen supply on the distribution of copper in dissected wheat grain. **Australian Journal of Agricultural Research** 30: 233-237.

- Hofman, G. and O.V. Cleemput. 2004. **Soil and Plant Nitrogen**. International Fertilizer Industry Association (IFA), Paris.
- Humphries, J.M., J.C.R. Stangoulis and R.D. Graham. 2007. Manganese, pp. 251-374. *In* A.V. Baker and D.J. Pilbeam., eds. **Handbook of Plant Nutrition**. CRC Press, Tayler and Francis Group, Florida.
- Jones, B.J., Jr.B. Wolf and H.A. Mill. 1991. **Plant Analysis Handbook**. Micro-Macro Publishing Inc, Georgia.
- Kotsiras, A., C.M. Olympos, J. Drosopoulos and H.C. Passam. 2002. Effects of nitrogen form and concentration on the distribution of ions within cucumber fruits. **Scientia Horticulturae** 95: 175-183.
- Kozlowski, T.T. 1984. **Flooding and Plant Growth**. Academic Press, New York.
- Land Classification Division and FAO Project Staff. 1973. **Soil Interpretation Handbook for Thailand**. Dept. of Land Development, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok.
- Lecourieux, D., R. Ranjeva and A. Pugin. 2006. Calcium in plant defence-signalling pathway. **New Physiologist** 171: 249-269.
- Lester, G.E. and M.A. Grusak. 2004. Field application of chelated calcium : postharvest effects on cantaloupe and honeydew fruit quality. **HortTechnology** 14(1): 29-38.
- Lin, D., D. Huang and S. Wang. 2004. Effects of potassium levels on fruit quality of muskmelon in soilless medium culture. **Scientia Horticulturae** 102: 53-60.

- Lucas, E.E. and J.F. Davis. 1961. Relationships between pH values of organic soils and availability of 12 plant nutrients. **Soil Science** 92: 177-182.
- Madrid, R., M. Valverde, V. Alcolea and F. Romojaro. 2004. Influence of calcium nutrition on water soaking disorder during ripening of cantaloupe melon. **Scientia Horticulturae** 101: 69-79.
- Maeda, M.C. 1991. Water consumption by cucumber (*Cucumis sativus* L.). **Hort. Abst.** 61(7): 682.
- Marschner, H. 1995. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 2nd edition, Academic Press, New York.
- Marx, E.S., J. Hart and R.G. Stevens. 1999. **Soil test interpretation guide**. Oregon state university, Oregon.
- Maynard, D.N. and G.J. Hochmuth. 1932. **Handbook for Vegetable Growers**. John Wiley, New York.
- McCann, I., E. Kee, J. Adkins, E. Ernest and J. Ernest. 2007. Effect of irrigation rate on yield of drip-irrigated seedless watermelon in a humid region. **Scientia Horticulturae** 113: 155-161.
- McLaughlin, S.B. and R. Wimmer. 1999. Calcium physiology and terrestrial ecosystem process. **New Physiologist** 142: 373-417.
- Mengel, K. 2002. Alternative or complementary role of foliar sprays in mineral nutrition, pp. 33-47. *In Proceedings International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants*. 31 November 2002, Acta Hort. 579. Merano, Italy.

Nayar, N.M. and T.A. More. 1998. **Cucurbits**. Science Publishers, New Hampshire.

Odet, J. and J. Dumoulin. 1993. Un accident physiologique complexe: la vitescence du melon. **Info-CTIFL**. 89: 31-34. (Abstract).

Page, A.L., R.H. Miller and D.R. Keeny. 1982. **Method of Soil Analysis Part 2 : Chemical and Microbiological Properties**. 2nd ed. Agronomy No. 9 ASA, SSSA. Madison, Wisconsin.

Pérez-Zamora, O., M.R. Cigales-Rivero, M. Orozco-Santos and K.G. Pérez-Castro. 2004. Soil moisture tension and nitrogen fertilization on cantaloupe melon: Part II. **Agrocenia** 38: 251-272. (Abstract).

Quartacci, M.F., E. Cusi, S. Meneguzzo, C. Sgherri and F.N. Izzo. 2003. Uptake and translocation of copper in *Brassicaceae*. **Journal of Plant Nutrition** 26: 1065-1083.

Sensoy, S., A. Ertek, I. Gedik and C. Kucukyumuk. 2007. Irrigation frequency and amount affect yield and quality of field-grown melon (*Cucumis melo* L.). **Agricultural Water Management** 88: 269-274.

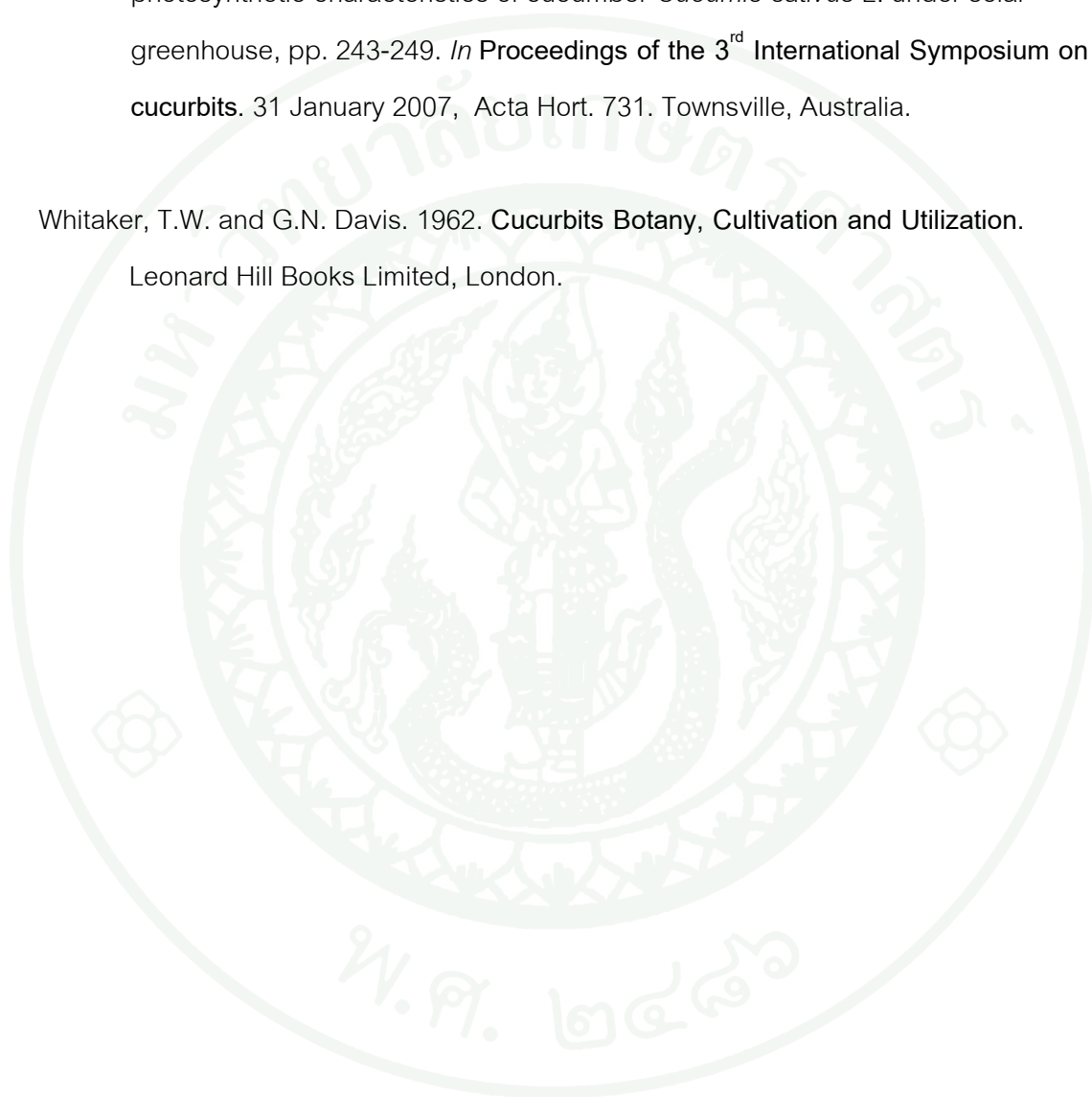
Serrano, M., A. Amoros, M.T. Pretel, M.C. Matinez-Madrid, R. Madrid and F. Romojaro. 2002. Effect of calcium deficiency on melon (*Cucumis melo* L.) texture and glassiness incidence during ripening. **Food Science and Technology International** 8 (3): 147-154. (Abstract).

Suojala-Ahlfors, T. and T. Salo. 2005. Growth and yield of pickling cucumber in different soil moisture circumstances. **Scientia Horticulturae** 107: 11-16.

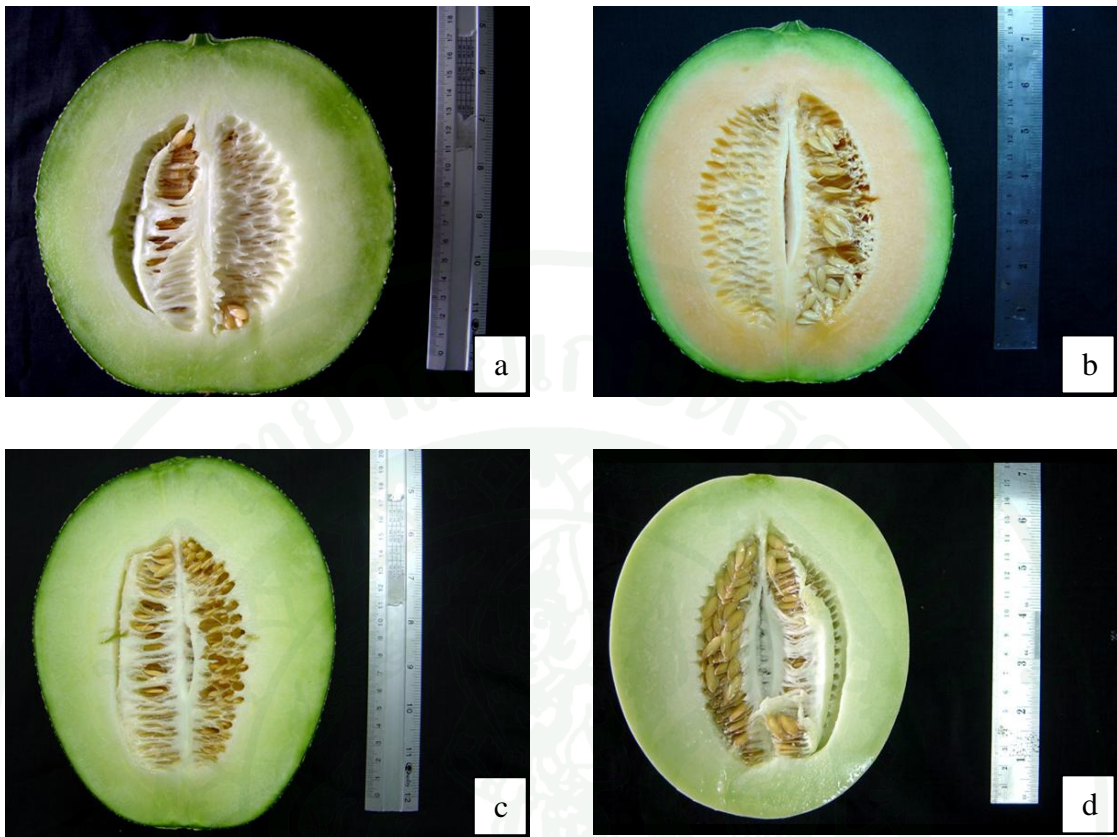
Troeh, F.R. and L.M. Thompson. 2005. **Soils and Soil Fertility**. 6th ed. Blackwell Publishing Professional, Iowa.

Wang, S., S. Fan, Y. Kong and C. Qingjun. 2007. Effect of light quality on the growth and photosynthetic characteristics of cucumber *Cucumis sativus* L. under solar greenhouse, pp. 243-249. *In Proceedings of the 3rd International Symposium on cucurbits*. 31 January 2007, Acta Hort. 731. Townsville, Australia.

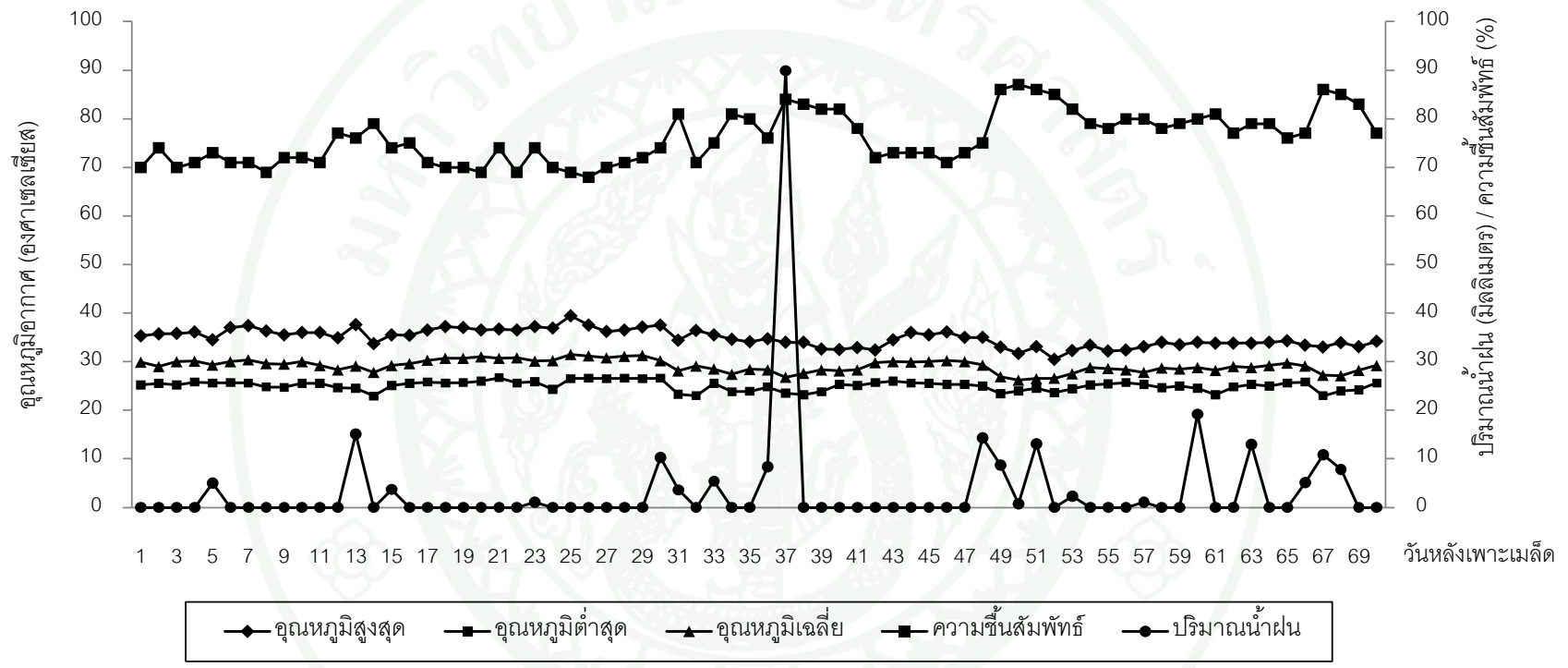
Whitaker, T.W. and G.N. Davis. 1962. **Cucurbits Botany, Cultivation and Utilization**. Leonard Hill Books Limited, London.



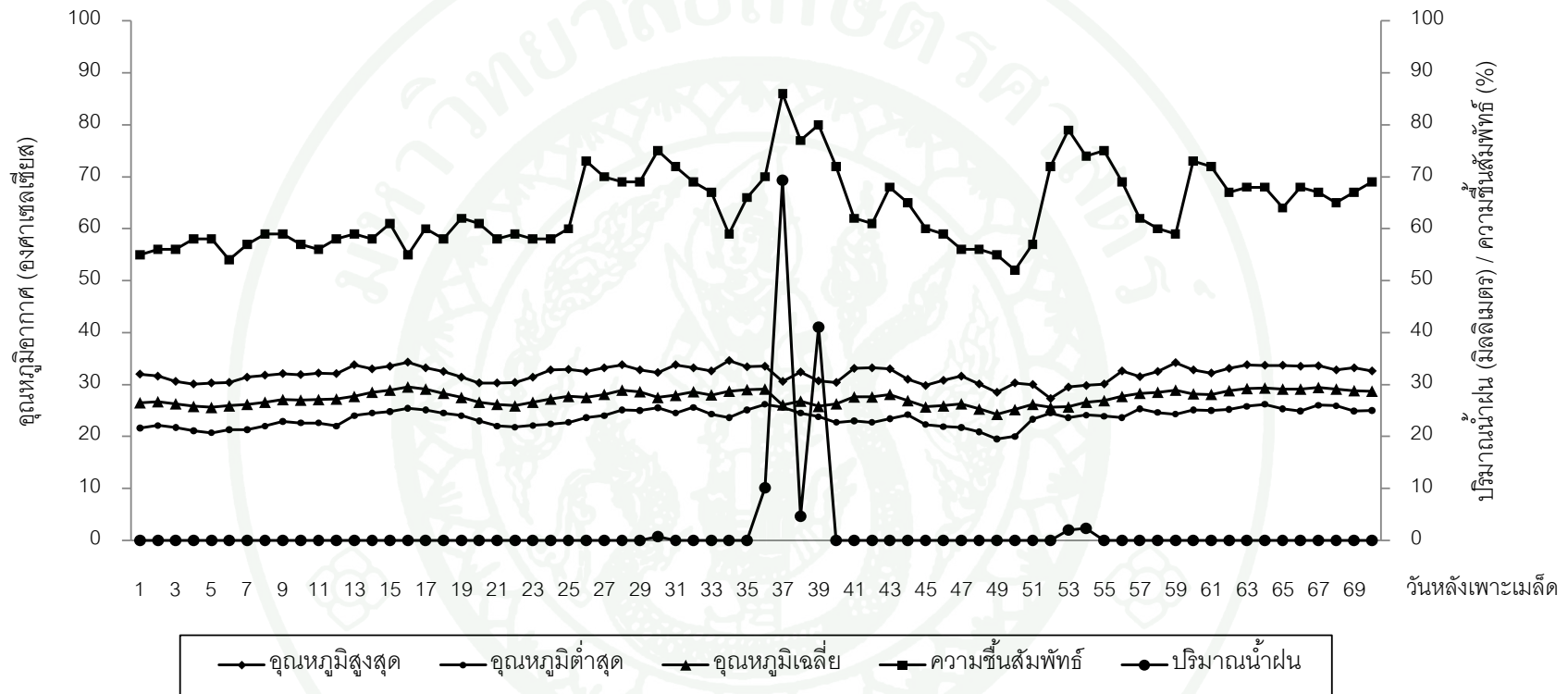




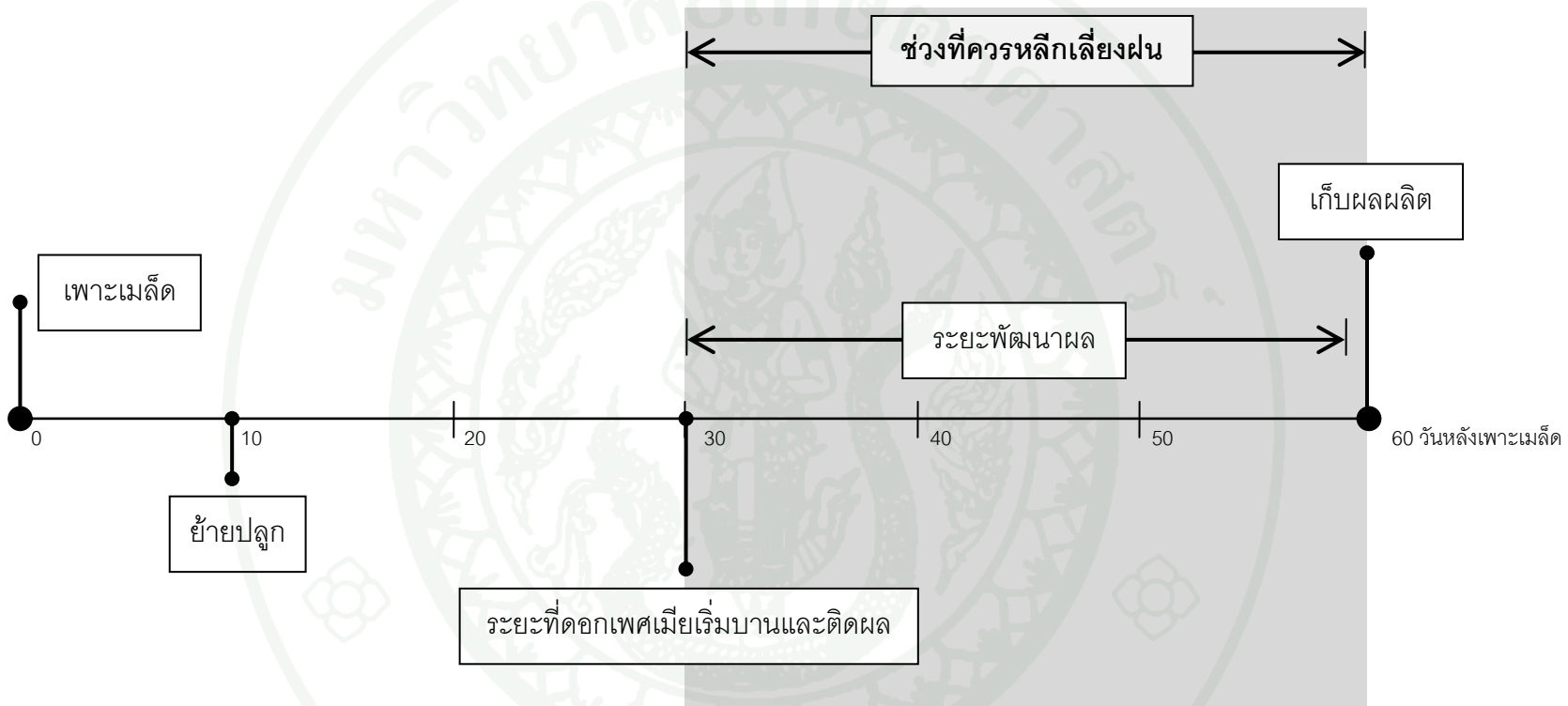
ภาพผนวกที่ 1 ลักษณะผลแตงเทศพันธุ์ Jin Yuan (a), Rocky Melon เนื้อส้ม (b), Rocky Melon เนื้อเขียว (c) และ Honey Ball (d)



ภาพผนวกที่ 2 อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส) ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) และความชื้นสัมพัทธ์ (%) ระหว่างวันที่ 3 พฤษภาคม ถึงวันที่ 12 กรกฎาคม พ.ศ. 2551



ภาพผนวกที่ 3 อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส) ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) และความชื้นสัมพัทธ์ (%) ระหว่างวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ. 2552 ถึง วันที่ 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553



ภาพผนวกที่ 4 แผนผังการกำหนดวันปลูกลงเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิด water-soaking disorder

ตารางผนวกที่ 1 น้ำหนักผลและความแน่นเนื้อของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ที่ระดับความชื้น
ของดินและปริมาณแคลเซียมต่างกัน

ระดับ ความชื้น ของดิน	ความเข้มข้นของแคลเซียม	น้ำหนักผล (กิโลกรัม)	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)
0 kPa	0 ppm	1.14 cd	22.69 e
	2,500 ppm	1.17 cd	37.76 d
	7,500 ppm	1.18 cd	50.56 c
	10,000 ppm	1.21 cd	56.66 b
-15 kPa	0 ppm	1.30 abc	38.69 d
	2,500 ppm	1.40 a	49.25 c
	7,500 ppm	1.23 bcd	49.47 c
	10,000 ppm	1.07 d	65.75 a
-30 kPa	0 ppm	1.23 bcd	33.78 d
	2,500 ppm	1.08 d	35.42 d
	7,500 ppm	1.38 ab	34.87 d
	10,000 ppm	1.17 cd	56.24 b
F-test		**	**
CV.(%)		16.44	15.55

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ
ด้วยวิธี DMRT

** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 2 ปริมาณไนโตรเจน โฟสเฟตซียม แมกนีเซียม และแมงกานีสในส่วนต้นของ
แตงเทศพันธุ์ Honey Ball ที่ระดับความชื้นของดินและปริมาณแคลเซียม
ต่างกัน

ความชื้น ของดิน	ความเข้มข้น ของแคลเซียม (ppm)	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม			
		N	K	Ca	Mn
0 kPa	0	1,550 g	3,770 ab	770 cd	43.19 a
	2,500	1,680 defg	3,490 abc	850 abcd	37.30 ab
	7,500	1,870 bcd	4,020 a	940 a	29.56 cd
	10,000	1,910 abc	3,530 abc	870 abc	28.39 cd
-15 kPa	0	1,580 fg	3,120 cd	850 abcd	25.34 d
	2,500	1,670 efg	3,580 abc	810 bcd	23.51 d
	7,500	1,750 cdef	2,930 d	800 bcd	30.07 cd
	10,000	2,080 a	3,460 bc	790 bcd	34.66 bc
-30 kPa	0	1,940 ab	3,840 ab	900 ab	29.62 cd
	2,500	1,740 cdef	3,810 ab	750 d	25.47 d
	7,500	1,760 cdef	3,580 abc	810 bcd	27.58 cd
	10,000	1,840 bcde	3,100 cd	810 bcd	24.11 d
F-test		**	*	*	**
CV.(%)		13.13	18.85	16.54	29.23

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ
ด้วยวิธี DMRT

* แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 3 ปริมาณแคลเซียมและทองแดงในส่วนผลของแตงเทศพันธุ์ Honey Ball ที่ระดับความชื้นของดินและปริมาณแคลเซียมต่างกัน

ระดับความชื้นของดิน	ความเข้มข้นของแคลเซียม (ppm)	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	
		Ca	Cu
0 kPa	0	80 g	19.69 c
	2,500	180 f	20.35 c
	7,500	220 d	20.64 c
	10,000	290 c	23.31 bc
-15 kPa	0	210 de	21.48 bc
	2,500	280 c	21.98 bc
	7,500	300 bc	23.06 bc
	10,000	370 a	28.54 a
-30 kPa	0	200 def	25.68 ab
	2,500	190 ef	23.91 bc
	7,500	210 de	25.33 ab
	10,000	320 b	23.34 bc
F-test		*	*
CV.(%)		14.41	22.80

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT

* แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นายธิตพัฒน์ วีเปลี่ยน
เกิดวันที่	26 เมษายน 2528
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (พืชศาสตร์) มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ตำแหน่งปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ	รางวัลชมเชย การนำเสนอผลงานภาคโปสเตอร์ สาขาพืชผักสมุนไพร ในการประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 8 โดยมหาวิทยาลัยแม่โจ้
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์